

# 具有关断功能的 LMV79x 17MHz 低噪声 CMOS 输入 1.8V 运算放大器

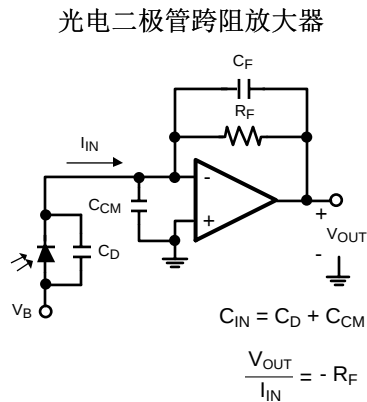
## 1 特性

5V 的典型电源值（除非另有说明）

- 输入基准电压噪声  $5.8\text{nV}/\sqrt{\text{Hz}}$
- 内部偏置电流  $100\text{fA}$
- 单位增益带宽  $17\text{MHz}$
- 每通道电源电流（启用模式下）
  - LMV791  $1.15\text{mA}$
  - LMV792  $1.30\text{mA}$
- 关断模式下的每通道电源电流为  $0.02\mu\text{A}$
- 轨至轨输出摆幅
  - 在  $10\text{k}\Omega$  负载条件下，距离电源轨  $25\text{mV}$
  - 在  $2\text{k}\Omega$  负载条件下，距离电源轨  $45\text{mV}$
- $2.5\text{V}$  和  $5\text{V}$  下的性能可靠无虞
- $1\text{kHz}$ 、 $600\Omega$  时的总谐波失真为  $0.01\%$
- 温度范围  $-40^\circ\text{C}$  至  $125^\circ\text{C}$

## 2 应用

- 光电二极管放大器
- 有源滤波器和缓冲器
- 低噪声信号处理
- 医疗仪器
- 传感器接口 应用



## 3 说明

LMV791（单通道）和 LMV792（双通道）低噪声 CMOS 输入运算放大器可提供  $5.8\text{nV}/\sqrt{\text{Hz}}$  的低输入电压噪声密度，且静态电流仅有  $1.15\text{mA}$  (LMV791)。LMV791 和 LMV792 是单位增益型稳定运算放大器，具有  $17\text{MHz}$  的增益带宽。LMV79x 拥有  $1.8\text{V}$  至  $5.5\text{V}$  的电源电压范围，且可在单一电源下运行。LMV79x 均具有轨至轨输出级，能够驱动  $600\Omega$  负载且拉电流高达  $60\text{mA}$ 。

LMV79x 系列可在低压和低噪声系统中提供出色的性能。CMOS 输入级的典型输入偏置电流仅有数飞安，且输入共模电压范围中包括接地，因此 LMV791 和 LMV792 非常适合低功耗传感器应用。LMV79x 系列具有内置的使能特性，可用于在低功耗应用中优化功耗。

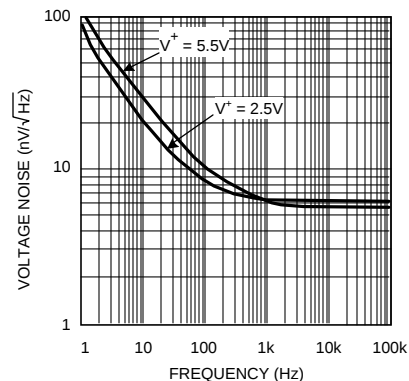
LMV791x 使用 TI 先进的 VIP50 工艺制造而成，分别采用了 6 引脚 SOT 和 10 引脚 VSSOP 封装。

器件信息<sup>(1)</sup>

| 部件号    | 封装         | 封装尺寸（标称值）       |
|--------|------------|-----------------|
| LMV791 | SOT (6)    | 2.90mm × 1.60mm |
| LMV792 | VSSOP (10) | 3.00mm × 3.00mm |

(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。

低噪声 CMOS 输入



## 目录

|          |                      |           |           |                          |           |
|----------|----------------------|-----------|-----------|--------------------------|-----------|
| <b>1</b> | <b>特性</b> .....      | <b>1</b>  | 7.4       | 器件功能模式 .....             | 17        |
| <b>2</b> | <b>应用</b> .....      | <b>1</b>  | <b>8</b>  | <b>应用和实施</b> .....       | <b>19</b> |
| <b>3</b> | <b>说明</b> .....      | <b>1</b>  | 8.1       | 应用信息 .....               | 19        |
| <b>4</b> | <b>修订历史记录</b> .....  | <b>2</b>  | 8.2       | 典型应用 .....               | 19        |
| <b>5</b> | <b>引脚配置和功能</b> ..... | <b>3</b>  | <b>9</b>  | <b>电源建议</b> .....        | <b>24</b> |
| <b>6</b> | <b>规格</b> .....      | <b>4</b>  | <b>10</b> | <b>布局</b> .....          | <b>24</b> |
| 6.1      | 绝对最大额定值 .....        | 4         | 10.1      | 布局指南 .....               | 24        |
| 6.2      | ESD 额定值 .....        | 4         | 10.2      | 布局示例 .....               | 24        |
| 6.3      | 建议运行条件 .....         | 4         | <b>11</b> | <b>器件和文档支持</b> .....     | <b>25</b> |
| 6.4      | 热性能信息 .....          | 4         | 11.1      | 器件支持 .....               | 25        |
| 6.5      | 2.5V 电气特征 .....      | 5         | 11.2      | 文档支持 .....               | 25        |
| 6.6      | 5V 电气特征 .....        | 6         | 11.3      | 相关链接 .....               | 25        |
| 6.7      | 典型特征 .....           | 8         | 11.4      | 社区资源 .....               | 25        |
| <b>7</b> | <b>详细 说明</b> .....   | <b>16</b> | 11.5      | 商标 .....                 | 25        |
| 7.1      | 概述 .....             | 16        | 11.6      | 静电放电警告 .....             | 25        |
| 7.2      | 功能方框图 .....          | 16        | 11.7      | 术语表 .....                | 26        |
| 7.3      | 特性 说明 .....          | 16        | <b>12</b> | <b>机械、封装和可订购信息</b> ..... | <b>26</b> |

## 4 修订历史记录

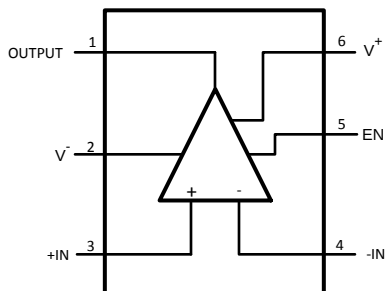
注：之前版本的页码可能与当前版本有所不同。

| Changes from Revision F (March 2013) to Revision G                                                | 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    |
| • 为了更加明确，更新了2.5V 电气特征 表中的使能及关断引脚电压范围的格式 .....                                                     | 5    |
| • 为了更加明确，更新了5V 电气特征 表中的使能及关断引脚电压范围的格式 .....                                                       | 7    |

| Changes from Revision E (March 2013) to Revision F | 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 .....             | 23   |

## 5 引脚配置和功能

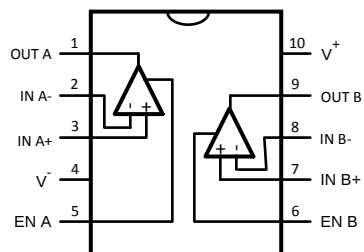
**LMV791 DDC 封装**  
**6 引脚 SOT**  
顶视图



**引脚功能 - LMV791**

| 引脚  |    | I/O | 说明        |
|-----|----|-----|-----------|
| 名称  | 编号 |     |           |
| EN  | 5  | I   | 使能        |
| +IN | 3  | I   | 同相输入      |
| -IN | 4  | I   | 反相输入      |
| Out | 1  | O   | 输出        |
| V+  | 6  | P   | 正（最高）电源电压 |
| V-  | 2  | P   | 负（最低）电源电压 |

**LMV792 DGS 封装**  
**10 引脚 VSSOP**  
顶视图



**引脚功能 - LMV792**

| 引脚    |     | I/O | 说明        |
|-------|-----|-----|-----------|
| 名称    | 编号  |     |           |
| EN A  | 5   | I   | 使能 A      |
| EN B  | 6   | I   | 使能 B      |
| IN A+ | 3、7 | I   | 反相输入      |
| IN A- | 2、8 | I   | 同相输入      |
| Out   | 1   | O   | 输出 B      |
| Out B | 9   | O   | 输出 B      |
| V+    | 10  | P   | 正（最高）电源电压 |
| V-    | 4   | P   | 负（最低）电源电压 |

## 6 规格

### 6.1 绝对最大额定值

请参阅 <sup>(1)(2)</sup>

|                                         |              | 最小值                  | 最大值                  | 单位 |
|-----------------------------------------|--------------|----------------------|----------------------|----|
| V <sub>IN</sub> 差动电压                    |              |                      | ±0.3                 | V  |
| 电源电压 (V <sup>+</sup> – V <sup>-</sup> ) |              |                      | 6                    | V  |
| 输入/输出引脚电压                               |              | V <sup>+</sup> + 0.3 | V <sup>-</sup> – 0.3 | V  |
| 结温 <sup>(3)</sup>                       |              |                      | 150                  | °C |
| 焊接信息                                    | 红外或对流 (20 秒) |                      | 235                  | °C |
|                                         | 波焊铅温 (10 秒)  |                      | 260                  | °C |
| 贮存温度, T <sub>stg</sub>                  |              | -65                  | 150                  | °C |

- (1) 应力超出绝对最大额定值 下列的值可能会对器件造成永久损坏。这些列出的值仅仅是应力额定值，这并不表示器件在这些条件下以及在建议运行条件以外的任何其他条件下能够正常运行。长时间处于绝对最大额定条件下可能会影响器件的可靠性。
- (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<sub>J(MAX)</sub>、θ<sub>JA</sub> 的函数。任何环境温度下允许的最大功耗为 P<sub>D</sub> = (T<sub>J(MAX)</sub> – T<sub>A</sub>) / θ<sub>JA</sub>。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 <sub>(ESD)</sub> 静电放电 | 人体放电模型 (HBM)，符合 ANSI/ESDA/JEDEC JS-001 <sup>(1)(2)</sup> | ±2000 | V  |
|                         | 充电器件模型 (CDM)，符合 JEDEC 规范 JESD22-C101 <sup>(3)</sup>      | ±1000 |    |
|                         | 机器放电模型 <sup>(4)</sup>                                    | ±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) 人体放电模型为 1.5kΩ 与 100pF 串联。
- (3) JEDEC 文档 JEP157 指出：250V CDM 时能够在标准 ESD 控制流程下安全生产。
- (4) 机器放电模型为 0Ω 与 200pF 串联

### 6.3 建议运行条件

|                                         |                                | 最小值 | 最大值 | 单位 |
|-----------------------------------------|--------------------------------|-----|-----|----|
| 温度 <sup>(1)</sup>                       |                                | -40 | 125 | °C |
| 电源电压 (V <sup>+</sup> – V <sup>-</sup> ) | -40°C ≤ T <sub>J</sub> ≤ 125°C | 2   | 5.5 | V  |
|                                         | 0°C ≤ T <sub>J</sub> ≤ 125°C   | 1.8 | 5.5 | V  |

- (1) 最大功耗是 T<sub>J(MAX)</sub>、θ<sub>JA</sub> 的函数。任何环境温度下允许的最大功耗为 P<sub>D</sub> = (T<sub>J(MAX)</sub> – T<sub>A</sub>) / θ<sub>JA</sub>。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 <sup>(1)</sup>    |                       | LMV791       | LMV792      | 单位   |
|-----------------------|-----------------------|--------------|-------------|------|
|                       |                       | DDC (SOT-23) | DGS (VSSOP) |      |
|                       |                       | 6 引脚         | 10 引脚       |      |
| R <sub>θJA</sub>      | 结至环境热阻 <sup>(2)</sup> | 191.8        | 179.1       | °C/W |
| R <sub>θJC(top)</sub> | 结至外壳 (顶部) 热阻          | 68.1         | 70.5        | °C/W |
| R <sub>θJB</sub>      | 结至电路板热阻               | 36.9         | 99.7        | °C/W |
| ψ <sub>JT</sub>       | 结至顶部特征参数              | 2.2          | 11.6        | °C/W |
| ψ <sub>JB</sub>       | 结至电路板特征参数             | 36.5         | 98.2        | °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<sub>J(MAX)</sub>、θ<sub>JA</sub> 的函数。任何环境温度下允许的最大功耗为 P<sub>D</sub> = (T<sub>J(MAX)</sub> – T<sub>A</sub>) / θ<sub>JA</sub>。所有数字均适用于直接焊接到 PCB 的封装。

## 6.5 2.5V 电气特征

除非另有说明，否则所有限值均基于以下条件： $T_J = 25^{\circ}\text{C}$ ， $V^+ = 2.5\text{V}$ ， $V^- = 0\text{V}$ ， $V_{\text{CM}} = V^+/2 = V_O$ ， $V_{\text{EN}} = V^+$ 。

| 参数                         |            | 测试条件                                                                                                  |                                                         | 最小值 <sup>(1)</sup>                                      | 典型值 <sup>(2)</sup> | 最大值 <sup>(1)</sup> | 单位                             |
|----------------------------|------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|--------------------|--------------------|--------------------------------|
| $V_{\text{OS}}$            | 输入失调电压     | $T_J = 25^{\circ}\text{C}$                                                                            |                                                         |                                                         | 0.1                | $\pm 1.35$         | mV                             |
|                            |            | $-40^{\circ}\text{C} \leq T_J \leq 125^{\circ}\text{C}$                                               |                                                         |                                                         |                    | $\pm 1.65$         |                                |
| $\text{TC } V_{\text{OS}}$ | 输入失调电压温漂   | LMV791 <sup>(3)</sup>                                                                                 |                                                         |                                                         | -1                 |                    | $\mu\text{V}/^{\circ}\text{C}$ |
|                            |            | LMV792 <sup>(3)</sup>                                                                                 |                                                         |                                                         | -1.8               |                    |                                |
| $I_B$                      | 输入偏置电流     | $V_{\text{CM}} = 1\text{V}^{(4)(5)}$                                                                  | $T_J = 25^{\circ}\text{C}$                              |                                                         | 0.05               | 1                  | pA                             |
|                            |            |                                                                                                       | $-40^{\circ}\text{C} \leq T_J \leq 85^{\circ}\text{C}$  |                                                         |                    | 25                 |                                |
|                            |            |                                                                                                       | $-40^{\circ}\text{C} \leq T_J \leq 125^{\circ}\text{C}$ |                                                         |                    | 100                |                                |
| $I_{\text{OS}}$            | 输入失调电流     | $V_{\text{CM}} = 1\text{V}^{(5)}$                                                                     |                                                         |                                                         | 10                 |                    | fA                             |
| $\text{CMRR}$              | 共模抑制比      | $0\text{V} \leq V_{\text{CM}} \leq 1.4\text{V}$                                                       | $T_J = 25^{\circ}\text{C}$                              | 80                                                      | 94                 |                    | dB                             |
|                            |            |                                                                                                       | $-40^{\circ}\text{C} \leq T_J \leq 125^{\circ}\text{C}$ | 75                                                      |                    |                    |                                |
| $\text{PSRR}$              | 电源抑制比      | $2.0\text{V} \leq V^+ \leq 5.5\text{V}$ ， $V_{\text{CM}} = 0\text{V}$                                 | $T_J = 25^{\circ}\text{C}$                              | 80                                                      | 100                |                    | dB                             |
|                            |            |                                                                                                       | $-40^{\circ}\text{C} \leq T_J \leq 125^{\circ}\text{C}$ | 75                                                      |                    |                    |                                |
|                            |            | $1.8\text{V} \leq V^+ \leq 5.5\text{V}$ ， $V_{\text{CM}} = 0\text{V}$                                 |                                                         | 80                                                      | 98                 |                    |                                |
| $\text{CMVR}$              | 共模电压范围     | $\text{CMRR} \geq 60\text{dB}$                                                                        | $T_J = 25^{\circ}\text{C}$                              | -0.3                                                    |                    | 1.5                | V                              |
|                            |            | $\text{CMRR} \geq 55\text{dB}$                                                                        | $-40^{\circ}\text{C} \leq T_J \leq 125^{\circ}\text{C}$ | -0.3                                                    |                    | 1.5                |                                |
| $A_{\text{VOL}}$           | 开环电压增益     | $V_{\text{OUT}} = 0.15\text{V}$ 至 $2.2\text{V}$ ， $R_{\text{LOAD}} = 2\text{k}\Omega$ （连接至 $V^+/2$ ）  | LMV791                                                  | $T_J = 25^{\circ}\text{C}$                              | 85                 | 98                 | dB                             |
|                            |            |                                                                                                       |                                                         | $-40^{\circ}\text{C} \leq T_J \leq 125^{\circ}\text{C}$ | 80                 |                    |                                |
|                            |            |                                                                                                       | LMV792                                                  | $T_J = 25^{\circ}\text{C}$                              | 82                 | 92                 |                                |
|                            |            |                                                                                                       |                                                         | $-40^{\circ}\text{C} \leq T_J \leq 125^{\circ}\text{C}$ | 78                 |                    |                                |
|                            |            | $V_{\text{OUT}} = 0.15\text{V}$ 至 $2.2\text{V}$ ， $R_{\text{LOAD}} = 10\text{k}\Omega$ （连接至 $V^+/2$ ） | $T_J = 25^{\circ}\text{C}$                              |                                                         | 88                 | 110                |                                |
|                            |            |                                                                                                       | $-40^{\circ}\text{C} \leq T_J \leq 125^{\circ}\text{C}$ |                                                         | 84                 |                    |                                |
| $V_{\text{OUT}}$           | 输出电压摆幅高位   | $R_{\text{LOAD}} = 2\text{k}\Omega$ （连接至 $V^+/2$ ）                                                    | $T_J = 25^{\circ}\text{C}$                              |                                                         | 25                 | 75                 | mV（与任一轨的差值）                    |
|                            |            |                                                                                                       | $-40^{\circ}\text{C} \leq T_J \leq 125^{\circ}\text{C}$ |                                                         |                    | 82                 |                                |
|                            |            | $R_{\text{LOAD}} = 10\text{k}\Omega$ （连接至 $V^+/2$ ）                                                   | $T_J = 25^{\circ}\text{C}$                              |                                                         | 20                 | 65                 |                                |
|                            |            |                                                                                                       | $-40^{\circ}\text{C} \leq T_J \leq 125^{\circ}\text{C}$ |                                                         |                    | 71                 |                                |
|                            | 输出电压摆幅低位   | $R_{\text{LOAD}} = 2\text{k}\Omega$ （连接至 $V^+/2$ ）                                                    | $T_J = 25^{\circ}\text{C}$                              |                                                         | 30                 | 75                 |                                |
|                            |            |                                                                                                       | $-40^{\circ}\text{C} \leq T_J \leq 125^{\circ}\text{C}$ |                                                         |                    | 78                 |                                |
|                            |            | $R_{\text{LOAD}} = 10\text{k}\Omega$ （连接至 $V^+/2$ ）                                                   | $T_J = 25^{\circ}\text{C}$                              |                                                         | 15                 | 65                 |                                |
|                            |            |                                                                                                       | $-40^{\circ}\text{C} \leq T_J \leq 125^{\circ}\text{C}$ |                                                         |                    | 67                 |                                |
| $I_{\text{OUT}}$           | 输出电流       | 到 $V^-$ 的拉电流<br>$V_{\text{IN}} = 200\text{mV}^{(6)}$                                                  | $T_J = 25^{\circ}\text{C}$                              | 35                                                      | 47                 |                    | mA                             |
|                            |            |                                                                                                       | $-40^{\circ}\text{C} \leq T_J \leq 125^{\circ}\text{C}$ | 28                                                      |                    |                    |                                |
|                            |            | 到 $V^+$ 的灌电流<br>$V_{\text{IN}} = -200\text{mV}^{(6)}$                                                 | $T_J = 25^{\circ}\text{C}$                              | 7                                                       | 15                 |                    |                                |
|                            |            |                                                                                                       | $-40^{\circ}\text{C} \leq T_J \leq 125^{\circ}\text{C}$ | 5                                                       |                    |                    |                                |
| $I_S$                      | 每个放大器的电源电流 | 启用模式<br>$V_{\text{EN}} \geq 2.1\text{V}$                                                              | LMV791                                                  | $T_J = 25^{\circ}\text{C}$                              | 0.95               | 1.3                | mA                             |
|                            |            |                                                                                                       |                                                         | $-40^{\circ}\text{C} \leq T_J \leq 125^{\circ}\text{C}$ |                    | 1.65               |                                |
|                            |            |                                                                                                       | LMV792<br>（每通道）                                         | $T_J = 25^{\circ}\text{C}$                              | 1.1                | 1.50               |                                |
|                            |            |                                                                                                       |                                                         | $-40^{\circ}\text{C} \leq T_J \leq 125^{\circ}\text{C}$ |                    | 1.85               |                                |
|                            |            | 关断模式，每通道 $V_{\text{EN}} < 0.4$                                                                        | $T_J = 25^{\circ}\text{C}$                              |                                                         | 0.02               | 1                  | $\mu\text{A}$                  |
|                            |            |                                                                                                       | $-40^{\circ}\text{C} \leq T_J \leq 125^{\circ}\text{C}$ |                                                         |                    | 5                  |                                |
| $\text{SR}$                | 压摆率        | $A_V = +1$ ，上升（10% 至 90%）                                                                             |                                                         |                                                         | 8.5                |                    | V/ $\mu\text{s}$               |
|                            |            | $A_V = +1$ ，下降（90% 至 10%）                                                                             |                                                         |                                                         | 10.5               |                    |                                |
| $\text{GBW}$               | 增益带宽       |                                                                                                       |                                                         |                                                         | 14                 |                    | MHz                            |
| $e_n$                      | 输入基准电压噪声密度 | $f = 1\text{kHz}$                                                                                     |                                                         |                                                         | 6.2                |                    | $\text{nV}/\sqrt{\text{Hz}}$   |
| $i_n$                      | 输入基准电流噪声密度 | $f = 1\text{kHz}$                                                                                     |                                                         |                                                         | 0.01               |                    | $\text{pA}/\sqrt{\text{Hz}}$   |
| $t_{\text{on}}$            | 开通时间       |                                                                                                       |                                                         |                                                         | 140                |                    | ns                             |
| $t_{\text{off}}$           | 关断时间       |                                                                                                       |                                                         |                                                         | 1000               |                    | ns                             |
| $V_{\text{EN}}$            | 使能引脚电压范围   | 启用模式                                                                                                  |                                                         | 2.1                                                     | 2                  |                    | V                              |
|                            |            | 关断模式                                                                                                  |                                                         |                                                         | 0.5                | 0.4                |                                |

(1) 限值均在  $25^{\circ}\text{C}$  下经过 100% 生产检测。运行温度范围的限值则使用统计质量控制 (SQC) 方法通过相关性确定。

(2) 典型值表示评定特征时得到的参数标准。

(3) 失调电压平均漂移等于  $V_{\text{OS}}$  变化值除以温度变化值。

(4) 正电流相当于流入器件的电流。

(5) 此参数根据设计和/或特征指定，而未经生产测试。

(6) 短路测试是瞬时测试，短路持续时间为 1.5ms。

## 2.5V 电气特征 (接下页)

除非另有说明, 否则所有限值均基于以下条件:  $T_J = 25^\circ\text{C}$ ,  $V^+ = 2.5\text{V}$ ,  $V^- = 0\text{V}$ ,  $V_{CM} = V^+/2 = V_O$ ,  $V_{EN} = V^+$ 。

| 参数                | 测试条件                                                   | 最小值 <sup>(1)</sup> | 典型值 <sup>(2)</sup> | 最大值 <sup>(1)</sup> | 单位            |
|-------------------|--------------------------------------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|---------------|
| $I_{EN}$ 使能引脚输入电流 | 启用模式 $V_{EN} = 2.5\text{V}^{(4)}$                      | 1.5                |                    | 3                  | $\mu\text{A}$ |
|                   | 关断模式 $V_{EN} = 0\text{V}^{(4)}$                        | 0.003              |                    | 0.1                |               |
| THD+N 总谐波失真 + 噪声  | $f = 1\text{kHz}$ , $A_V = 1$ , $R_{LOAD} = 600\Omega$ | 0.01%              |                    |                    |               |

## 6.6 5V 电气特征

除非另有说明, 否则所有限值均基于以下条件:  $T_J = 25^\circ\text{C}$ ,  $V^+ = 5\text{V}$ ,  $V^- = 0\text{V}$ ,  $V_{CM} = V^+/2 = V_O$ ,  $V_{EN} = V^+$ 。

| 参数                 |            | 测试条件                                                                             |                                | 最小值 <sup>(1)</sup>             | 典型值 <sup>(2)</sup> | 最大值 <sup>(1)</sup> | 单位           |  |
|--------------------|------------|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------|--------------------|--------------|--|
| V <sub>OS</sub>    | 输入失调电压     | T <sub>J</sub> = 25°C                                                            |                                |                                | 0.1                | ±1.35              | mV           |  |
|                    |            | -40°C ≤ T <sub>J</sub> ≤ 125°C                                                   |                                |                                |                    | ±1.65              |              |  |
| TC V <sub>OS</sub> | 输入失调电压温漂   | LMV791 <sup>(3)</sup>                                                            |                                |                                | -1                 |                    | μV/°C        |  |
|                    |            | LMV792 <sup>(3)</sup>                                                            |                                |                                | -1.8               |                    |              |  |
| I <sub>B</sub>     | 输入偏置电流     | V <sub>CM</sub> = 2V <sup>(4)</sup> <sup>(5)</sup>                               | T <sub>J</sub> = 25°C          |                                | 0.1                | 1                  | pA           |  |
|                    |            |                                                                                  | -40°C ≤ T <sub>J</sub> ≤ 85°C  |                                |                    | 25                 |              |  |
|                    |            |                                                                                  | -40°C ≤ T <sub>J</sub> ≤ 125°C |                                |                    | 100                |              |  |
| I <sub>OS</sub>    | 输入失调电流     | V <sub>CM</sub> = 2V <sup>(5)</sup>                                              |                                |                                | 10                 |                    | fA           |  |
| CMRR               | 共模抑制比      | 0V ≤ V <sub>CM</sub> ≤ 3.7V                                                      | T <sub>J</sub> = 25°C          | 80                             | 100                |                    | dB           |  |
|                    |            |                                                                                  | -40°C ≤ T <sub>J</sub> ≤ 125°C | 75                             |                    |                    |              |  |
| PSRR               | 电源抑制比      | 2.0V ≤ V <sup>+</sup> ≤ 5.5V, V <sub>CM</sub> = 0V                               | T <sub>J</sub> = 25°C          | 80                             | 100                |                    | dB           |  |
|                    |            |                                                                                  | -40°C ≤ T <sub>J</sub> ≤ 125°C | 75                             |                    |                    |              |  |
|                    |            | 1.8V ≤ V <sup>+</sup> ≤ 5.5V, V <sub>CM</sub> = 0V                               |                                |                                | 80                 | 98                 |              |  |
| CMVR               | 共模电压范围     | CMRR ≥ 60dB                                                                      | T <sub>J</sub> = 25°C          | -0.3                           |                    | 4                  | V            |  |
|                    |            | CMRR ≥ 55dB                                                                      | -40°C ≤ T <sub>J</sub> ≤ 125°C | -0.3                           |                    | 4                  |              |  |
| A <sub>VOL</sub>   | 开环电压增益     | V <sub>OUT</sub> = 0.3V 至 4.7V, R <sub>LOAD</sub> = 2kΩ (连接至 V <sup>+</sup> /2)  | LMV791                         | T <sub>J</sub> = 25°C          | 85                 | 97                 | dB           |  |
|                    |            |                                                                                  |                                | -40°C ≤ T <sub>J</sub> ≤ 125°C | 80                 |                    |              |  |
|                    |            |                                                                                  | LMV792                         | T <sub>J</sub> = 25°C          | 82                 | 89                 |              |  |
|                    |            |                                                                                  |                                | -40°C ≤ T <sub>J</sub> ≤ 125°C | 78                 |                    |              |  |
|                    |            | V <sub>OUT</sub> = 0.3V 至 4.7V, R <sub>LOAD</sub> = 10kΩ (连接至 V <sup>+</sup> /2) | T <sub>J</sub> = 25°C          |                                | 88                 | 110                |              |  |
|                    |            |                                                                                  | -40°C ≤ T <sub>J</sub> ≤ 125°C |                                | 84                 |                    |              |  |
| V <sub>OUT</sub>   | 输出电压摆幅高位   | R <sub>LOAD</sub> = 2kΩ (连接至 V <sup>+</sup> /2)                                  | T <sub>J</sub> = 25°C          |                                | 35                 | 75                 | mV (与任一轨的差值) |  |
|                    |            |                                                                                  | -40°C ≤ T <sub>J</sub> ≤ 125°C |                                |                    | 82                 |              |  |
|                    |            | R <sub>LOAD</sub> = 10kΩ (连接至 V <sup>+</sup> /2)                                 | T <sub>J</sub> = 25°C          |                                | 25                 | 65                 |              |  |
|                    |            |                                                                                  | -40°C ≤ T <sub>J</sub> ≤ 125°C |                                |                    | 71                 |              |  |
|                    | 输出电压摆幅低位   | R <sub>LOAD</sub> = 2kΩ (连接至 V <sup>+</sup> /2)                                  | LMV791                         | T <sub>J</sub> = 25°C          | 42                 | 75                 |              |  |
|                    |            |                                                                                  |                                | -40°C ≤ T <sub>J</sub> ≤ 125°C |                    | 78                 |              |  |
|                    |            | LMV792                                                                           | T <sub>J</sub> = 25°C          | 45                             | 80                 |                    |              |  |
|                    |            |                                                                                  | -40°C ≤ T <sub>J</sub> ≤ 125°C |                                | 83                 |                    |              |  |
| I <sub>OUT</sub>   | 输出电流       | 到 V <sup>-</sup> 的拉电流 V <sub>IN</sub> = 200mV <sup>(6)</sup>                     | T <sub>J</sub> = 25°C          |                                | 45                 | 60                 | mA           |  |
|                    |            |                                                                                  | -40°C ≤ T <sub>J</sub> ≤ 125°C |                                | 37                 |                    |              |  |
|                    |            | 到 V <sup>+</sup> 的灌电流 V <sub>IN</sub> = -200mV <sup>(6)</sup>                    | T <sub>J</sub> = 25°C          |                                | 10                 | 21                 |              |  |
|                    |            |                                                                                  | -40°C ≤ T <sub>J</sub> ≤ 125°C |                                | 6                  |                    |              |  |
| I <sub>S</sub>     | 每个放大器的电源电流 | 使能模式 V <sub>EN</sub> ≥ 4.6V                                                      | LMV791                         | T <sub>J</sub> = 25°C          | 1.15               | 1.4                | mA           |  |
|                    |            |                                                                                  |                                | -40°C ≤ T <sub>J</sub> ≤ 125°C |                    | 1.75               |              |  |
|                    |            |                                                                                  | LMV792 (每通道)                   | T <sub>J</sub> = 25°C          | 1.3                | 1.7                |              |  |
|                    |            |                                                                                  |                                | -40°C ≤ T <sub>J</sub> ≤ 125°C |                    | 2.05               |              |  |
|                    |            | 关断模式 (V <sub>EN</sub> ≤ 0.4V)                                                    | T <sub>J</sub> = 25°C          |                                | 0.14               | 1                  | μA           |  |
|                    |            |                                                                                  | -40°C ≤ T <sub>J</sub> ≤ 125°C |                                |                    | 5                  |              |  |

(1) 限值均在  $25^\circ\text{C}$  下经过 100% 生产检测。运行温度范围的限值则使用统计质量控制 (SQC) 方法通过相关性确定。

(2) 典型值表示评定特征时得到的参数标准。

(3) 失调电压平均漂移等于  $V_{OS}$  变化值除以温度变化值。

(4) 正电流相当于流入器件的电流。

(5) 此参数根据设计和/或特征指定, 而未经生产测试。

(6) 短路测试是瞬时测试, 短路持续时间为 1.5ms。

## 5V 电气特征 (接下页)

除非另有说明，否则所有限值均基于以下条件：  $T_J = 25^{\circ}\text{C}$ ， $V^+ = 5\text{V}$ ， $V^- = 0\text{V}$ ， $V_{\text{CM}} = V^+/2 = V_O$ ， $V_{\text{EN}} = V^+$ 。

| 参数                       | 测试条件                                                          | 最小值 <sup>(1)</sup> | 典型值 <sup>(2)</sup> | 最大值 <sup>(1)</sup> | 单位                           |
|--------------------------|---------------------------------------------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|------------------------------|
| SR 压摆率                   | $A_V = +1$ ，上升（10% 至 90%）                                     | 6                  | 9.5                |                    | V/ $\mu\text{s}$             |
|                          | $A_V = +1$ ，下降（90% 至 10%）                                     | 7.5                | 11.5               |                    |                              |
| GBW 增益带宽                 |                                                               |                    | 17                 |                    | MHz                          |
| $e_n$ 输入基准电压噪声密度         | $f = 1\text{kHz}$                                             |                    | 5.8                |                    | $\text{nV}/\sqrt{\text{Hz}}$ |
| $i_n$ 输入基准电流噪声密度         | $f = 1\text{kHz}$                                             |                    | 0.01               |                    | $\text{pA}/\sqrt{\text{Hz}}$ |
| $t_{\text{on}}$ 开通时间     |                                                               |                    | 110                |                    | ns                           |
| $t_{\text{off}}$ 关断时间    |                                                               |                    | 800                |                    | ns                           |
| $V_{\text{EN}}$ 使能引脚电压范围 | 启用模式                                                          | 4.6                | 4.5                |                    | V                            |
|                          | 关断模式                                                          |                    | 0.5                | 0.4                |                              |
| $I_{\text{EN}}$ 使能引脚输入电流 | 启用模式 $V_{\text{EN}} = 5\text{V}^{(4)}$                        |                    | 5.6                | 10                 | $\mu\text{A}$                |
|                          | 关断模式 $V_{\text{EN}} = 0\text{V}^{(4)}$                        |                    | 0.005              | 0.2                |                              |
| THD+N 总谐波失真 + 噪声         | $f = 1\text{kHz}$ ， $A_V = 1$ ， $R_{\text{LOAD}} = 600\Omega$ |                    | 0.01%              |                    |                              |

## 6.7 典型特征

除非另有说明，否则  $T_A = 25^\circ\text{C}$ ， $V^- = 0$ ， $V^+ = \text{电源电压} = 5\text{V}$ ， $V_{CM} = V^+/2$ ， $V_{EN} = V^+$ 。

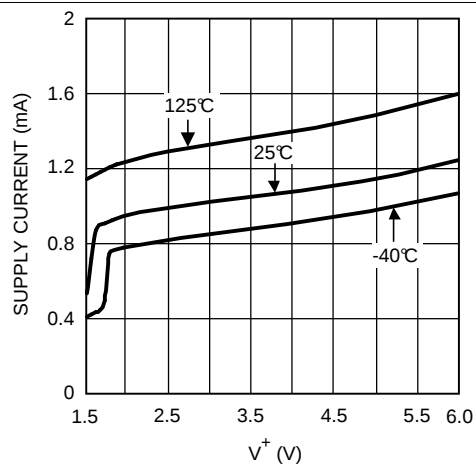


图 1. 电源电流与电源电压间的关系 (LMV791)

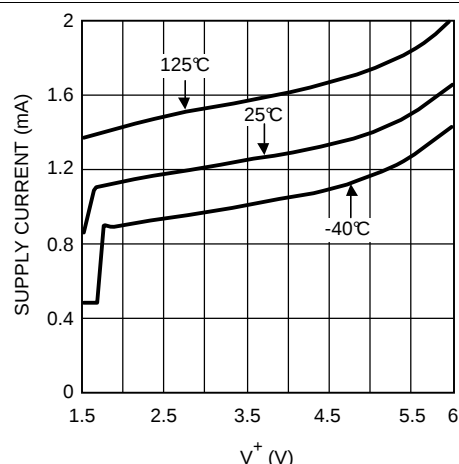


图 2. 电源电流与电源电压间的关系 (LMV792)

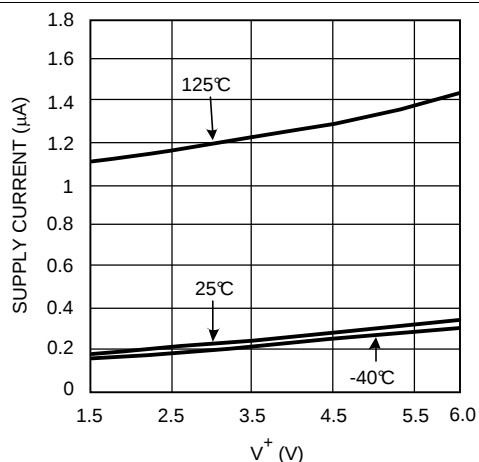


图 3. 关断模式下电源电流与电源电压间的关系

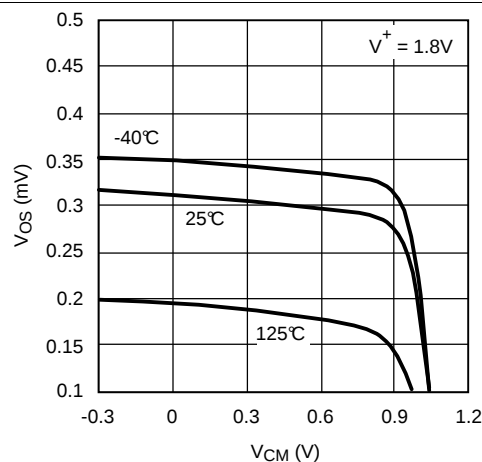


图 4.  $V_{OS}$  与  $V_{CM}$  间的关系

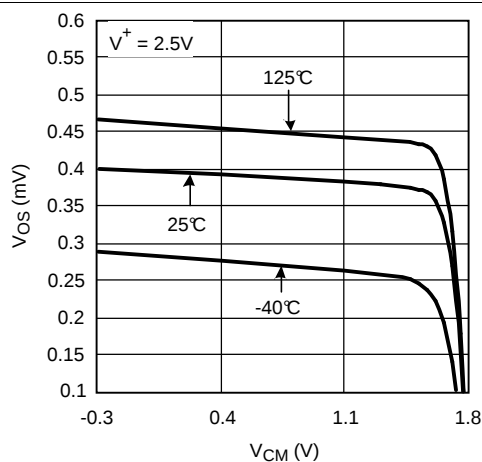


图 5.  $V_{OS}$  与  $V_{CM}$  间的关系

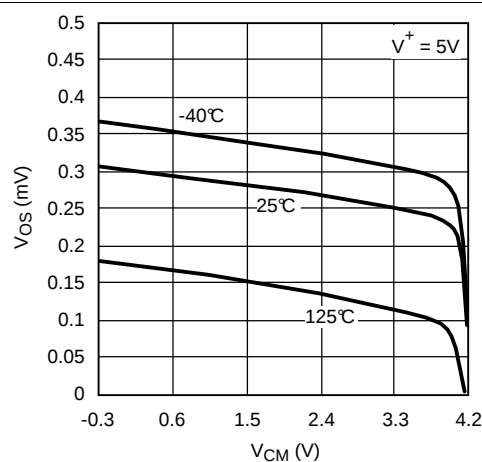


图 6.  $V_{OS}$  与  $V_{CM}$  间的关系

## 典型特征 (接下页)

除非另有说明, 否则  $T_A = 25^\circ\text{C}$ ,  $V^- = 0$ ,  $V^+ = \text{电源电压} = 5\text{V}$ ,  $V_{CM} = V^+/2$ ,  $V_{EN} = V^+$ 。

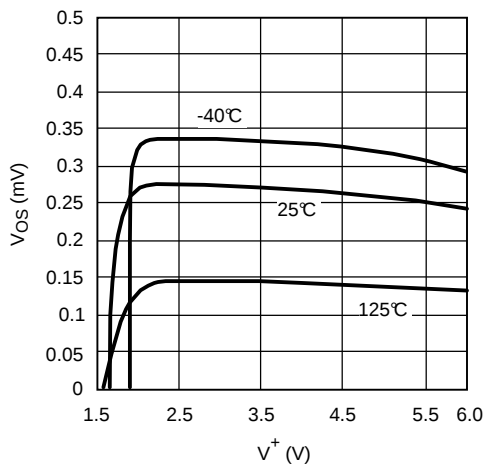


图 7.  $V_{OS}$  与电源电压间的关系

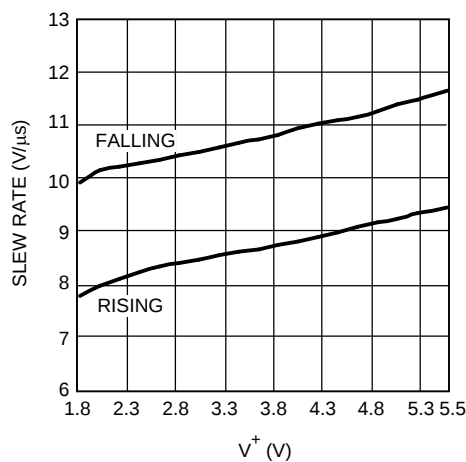


图 8. 压摆率与电源电压间的关系

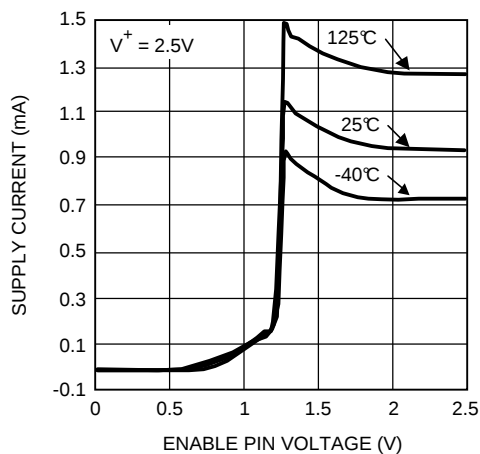


图 9. 电源电流与使能引脚电压间的关系 (LMV791)

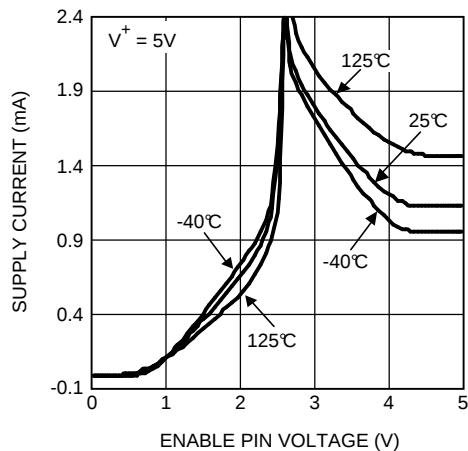


图 10. 电源电流与使能引脚电压间的关系 (LMV791)

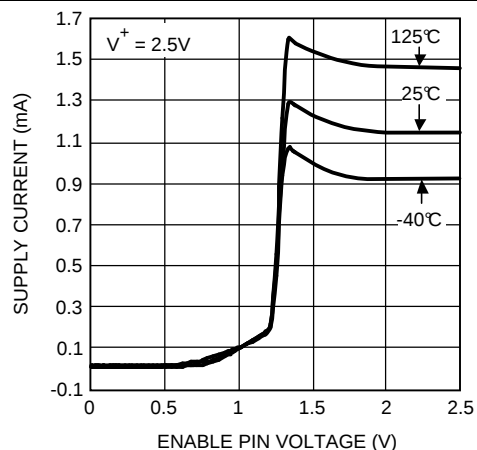


图 11. 电源电流与使能引脚电压间的关系 (LMV792)

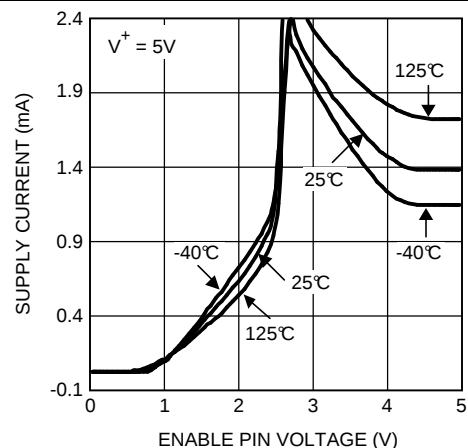


图 12. 电源电流与使能引脚电压间的关系 (LMV792)

## 典型特征 (接下页)

除非另有说明, 否则  $T_A = 25^\circ\text{C}$ ,  $V^- = 0$ ,  $V^+ = \text{电源电压} = 5\text{V}$ ,  $V_{CM} = V^+/2$ ,  $V_{EN} = V^+$ 。

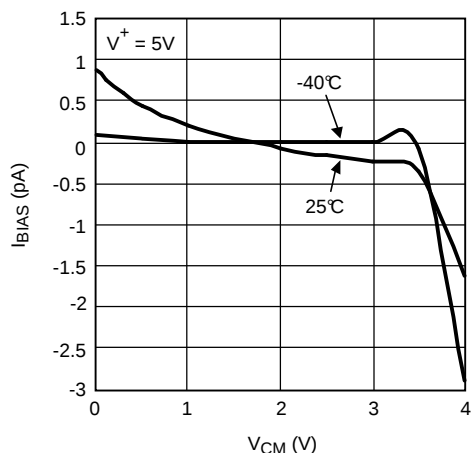


图 13. 输入偏置电流与  $V_{CM}$  间的关系

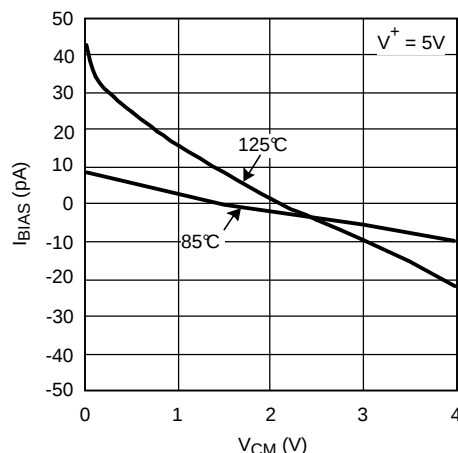


图 14. 输入偏置电流与  $V_{CM}$  间的关系

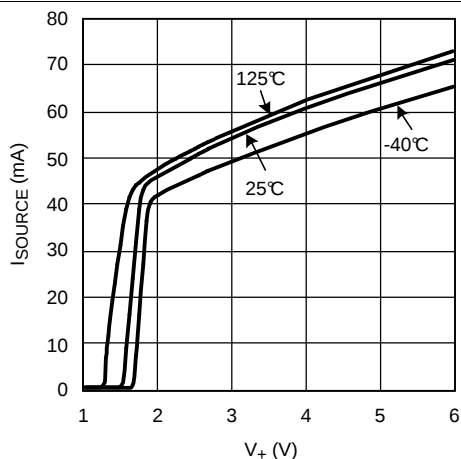


图 15. 拉电流与电源电压间的关系

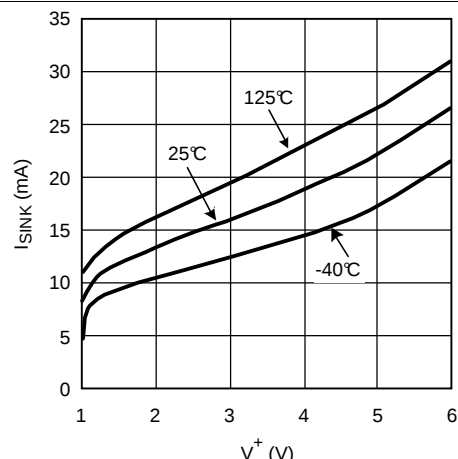


图 16. 灌电流与电源电压间的关系

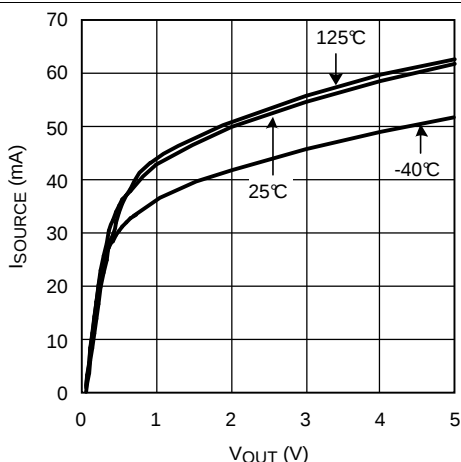


图 17. 拉电流与输出电压间的关系

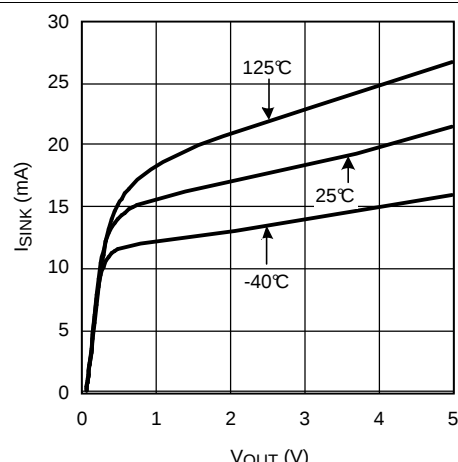


图 18. 灌电流与输出电压间的关系

## 典型特征 (接下页)

除非另有说明, 否则  $T_A = 25^\circ\text{C}$ ,  $V^- = 0$ ,  $V^+ = \text{电源电压} = 5\text{V}$ ,  $V_{CM} = V^+/2$ ,  $V_{EN} = V^+$ 。

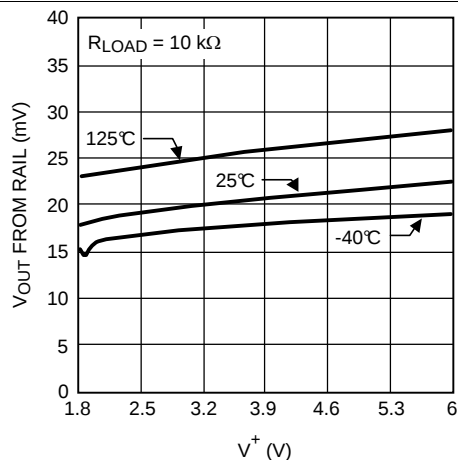


图 19. 正输出摆幅与电源电压间的关系

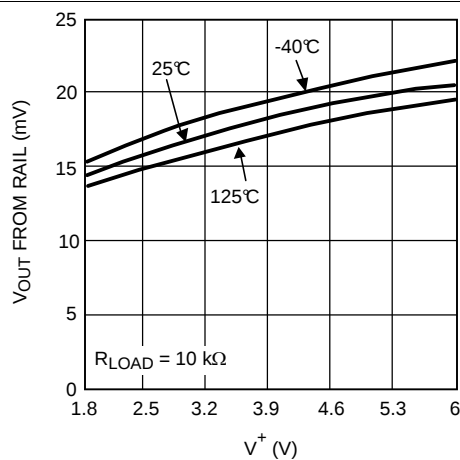


图 20. 负输出摆幅与电源电压间的关系

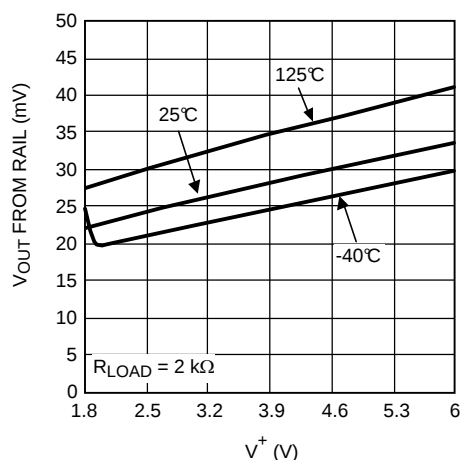


图 21. 正输出摆幅与电源电压间的关系

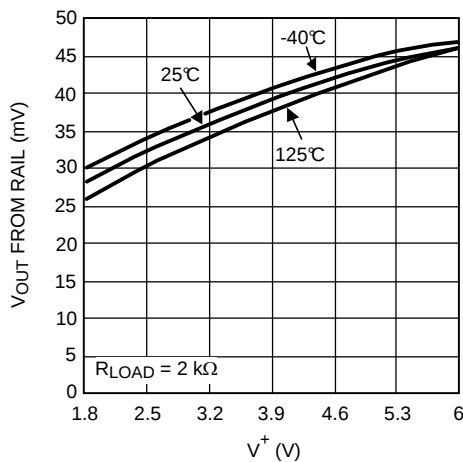


图 22. 负输出摆幅与电源电压间的关系

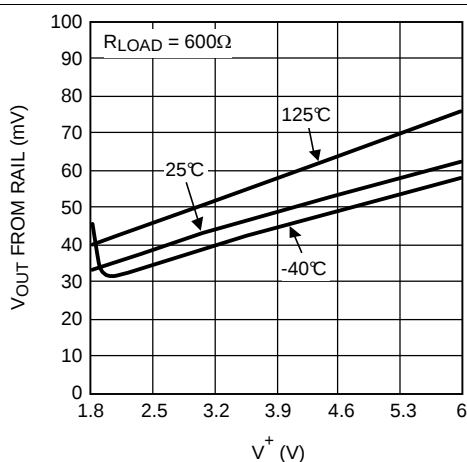


图 23. 正输出摆幅与电源电压间的关系

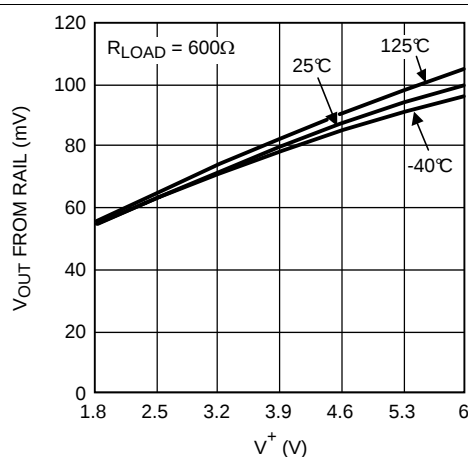


图 24. 负输出摆幅与电源电压间的关系

## 典型特征 (接下页)

除非另有说明, 否则  $T_A = 25^\circ\text{C}$ ,  $V^- = 0$ ,  $V^+ = \text{电源电压} = 5\text{V}$ ,  $V_{CM} = V^+/2$ ,  $V_{EN} = V^+$ 。

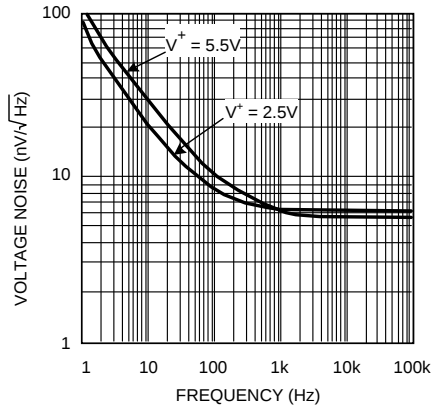


图 25. 输入基准电压噪声与频率间的关系

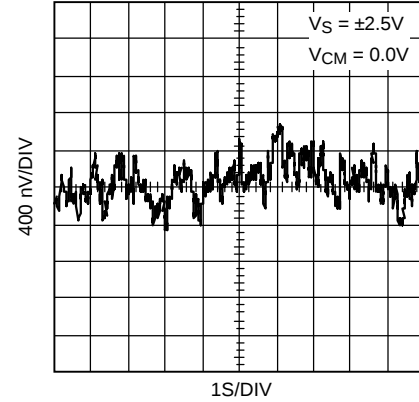


图 26. 时域电压噪声

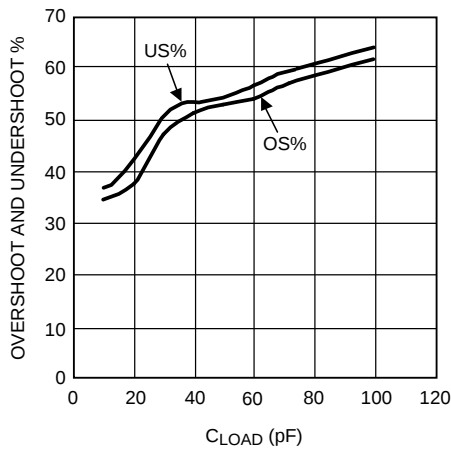


图 27. 过冲和下冲与  $C_{LOAD}$  间的关系

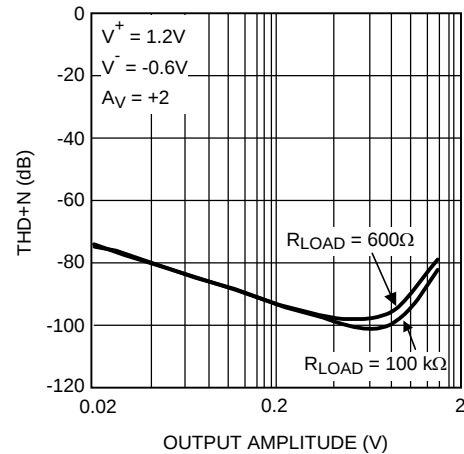


图 28. THD+N 与峰间输出电压 ( $V_{OUT}$ ) 间的关系

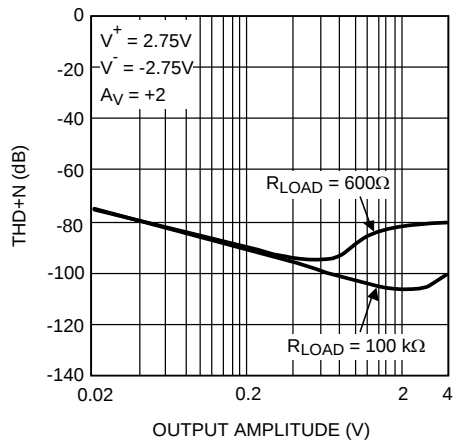


图 29. THD+N 与峰间输出电压 ( $V_{OUT}$ ) 间的关系

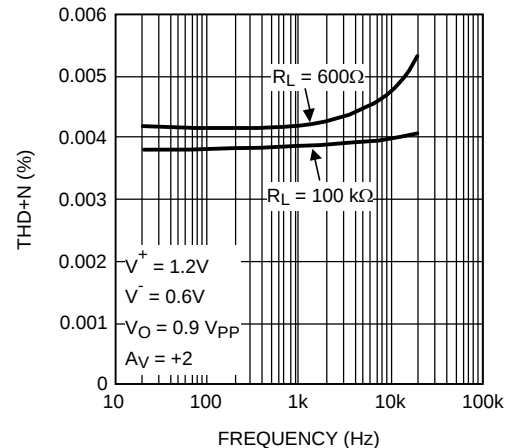


图 30. THD+N 与频率间的关系

## 典型特征 (接下页)

除非另有说明, 否则  $T_A = 25^\circ\text{C}$ ,  $V^- = 0$ ,  $V^+ = \text{电源电压} = 5\text{V}$ ,  $V_{CM} = V^+/2$ ,  $V_{EN} = V^+$ 。

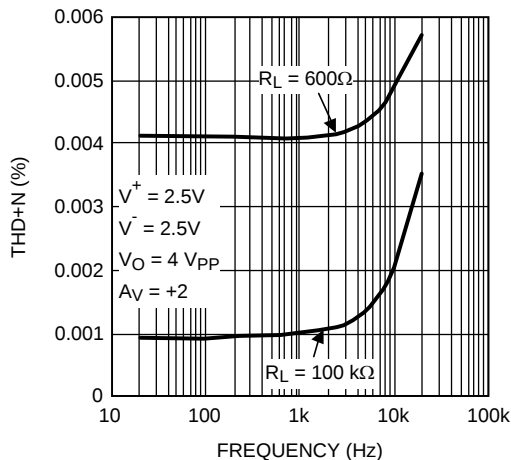


图 31. THD+N 与频率间的关系

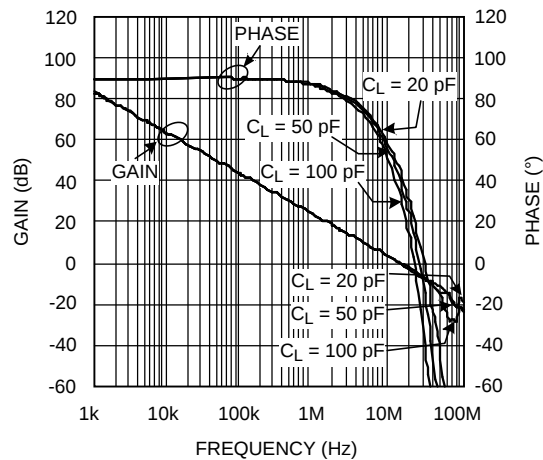


图 32. 开环增益和相位随容性负载的变化

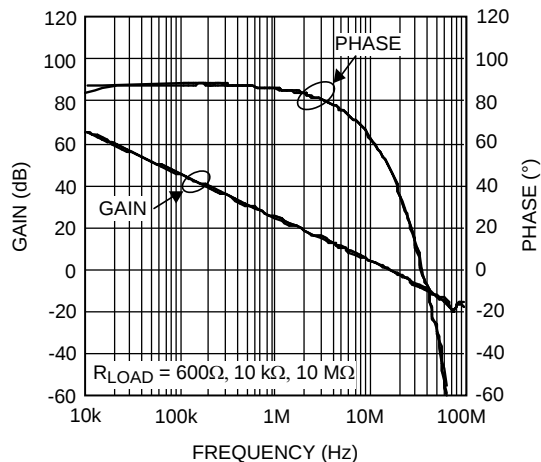


图 33. 开环增益和相位随阻性负载的变化

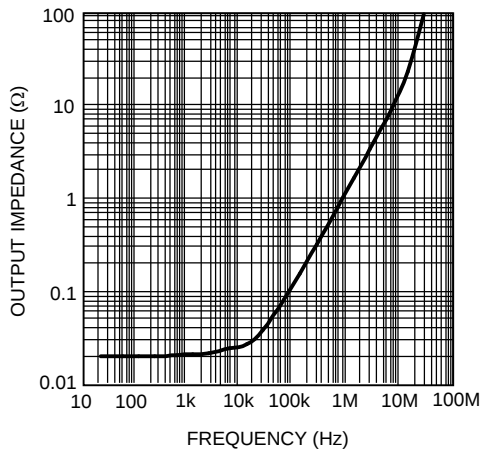


图 34. 闭环输出阻抗与频率间的关系

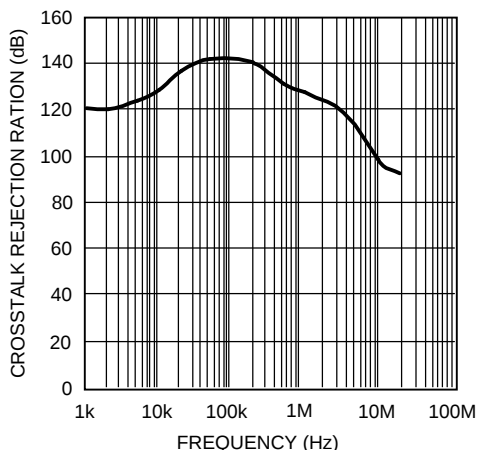


图 35. 串扰抑制

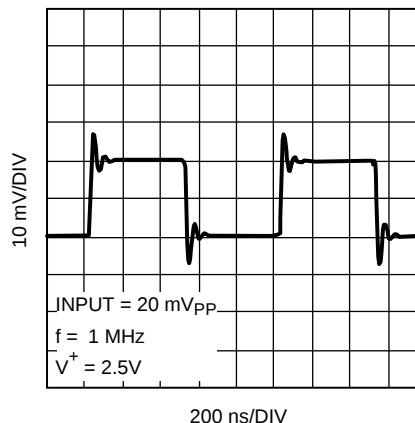
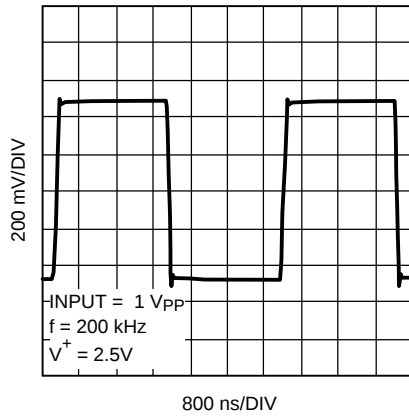


图 36. 小信号瞬态响应

$A_V = +1$

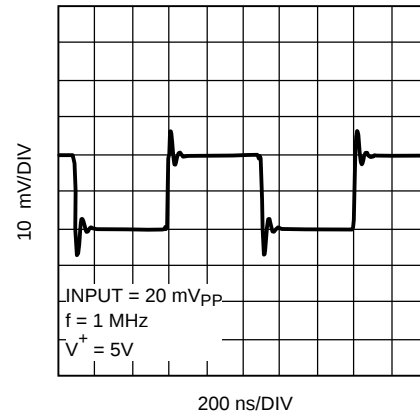
## 典型特征 (接下页)

除非另有说明, 否则  $T_A = 25^\circ\text{C}$ ,  $V^- = 0$ ,  $V^+ = \text{电源电压} = 5\text{V}$ ,  $V_{CM} = V^+/2$ ,  $V_{EN} = V^+$ 。



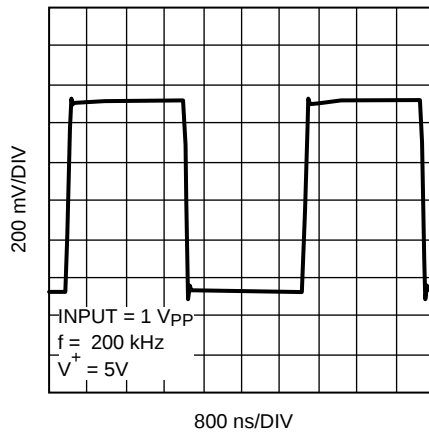
$A_V = +1$

图 37. 大信号瞬态响应



$A_V = +1$

图 38. 小信号瞬态响应



$A_V = +1$

图 39. 大信号瞬态响应

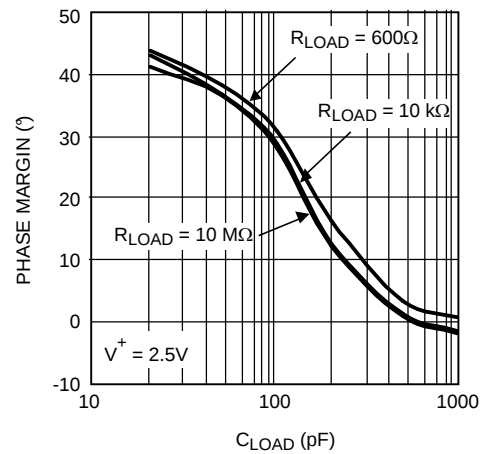


图 40. 相位裕度与容性负载（稳定性）间的关系

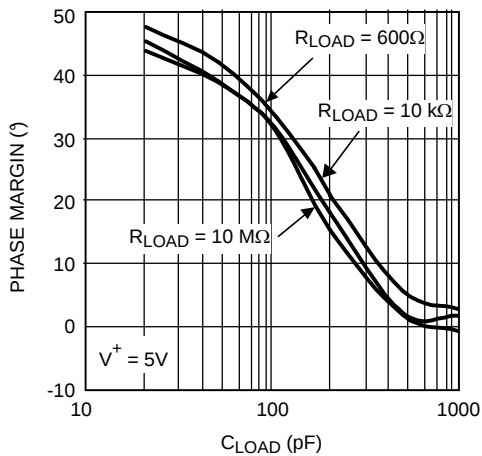


图 41. 相位裕度与容性负载（稳定性）间的关系

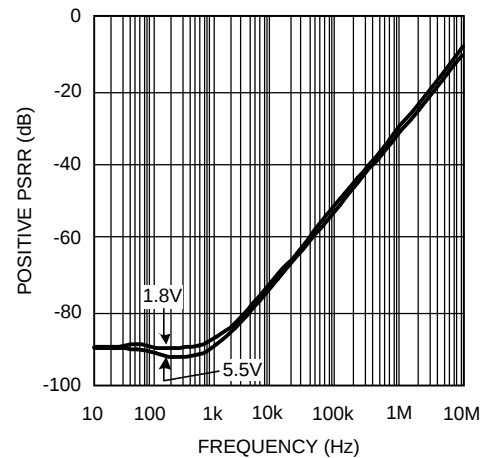


图 42. 正 PSRR 与频率间的关系

## 典型特征 (接下页)

除非另有说明, 否则  $T_A = 25^\circ\text{C}$ ,  $V^- = 0$ ,  $V^+ = \text{电源电压} = 5\text{V}$ ,  $V_{CM} = V^+/2$ ,  $V_{EN} = V^+$ 。

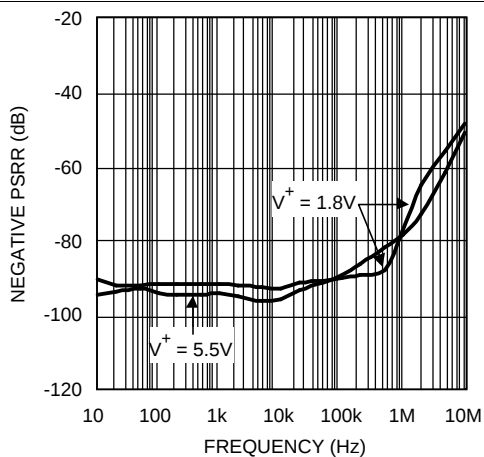


图 43. 负 PSRR 与频率间的关系

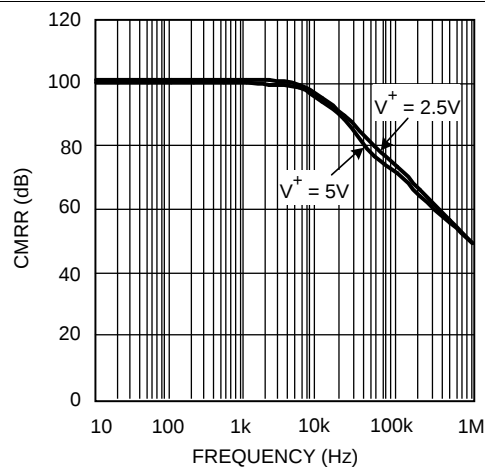


图 44. CMRR 与频率间的关系

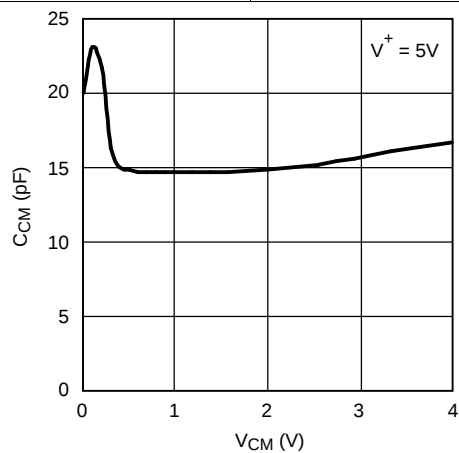


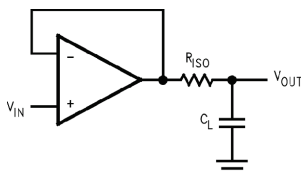
图 45. 输入共模电容与  $V_{CM}$  间的关系

## 7 详细 说明

### 7.1 概述

LMV79x 系列可在低压和低噪声系统中提供出色的性能。低噪声 CMOS 输入级的典型输入偏置电流仅有数飞安，且输入共模电压范围中包括接地，因此 LMV791 和 LMV792 非常适合低功耗传感器 应用

### 7.2 功能方框图



### 7.3 特性 说明

#### 7.3.1 低电源电流下的宽带宽

LMV791 和 LMV792 是高性能运算放大器，可提供 17MHz 的增益带宽，而所耗电源电流仅有 1.15mA。因此，它们非常适合用于在便携式 应用中提供宽带放大功能。关断功能也可用于设计具有更高功效的系统，从而提供宽带宽和高性能，同时减少平均功耗。

#### 7.3.2 低输入基准噪声和低输入偏置电流

LMV79x 具有非常低的输入基准电压噪声密度（1kHz 情况下为  $5.8\text{nV}/\sqrt{\text{Hz}}$ ）。CMOS 输入级可确保低输入偏置电流（100fA）和低输入基准电流噪声（ $0.01\text{pA}/\sqrt{\text{Hz}}$ ）。这对于维持信号保真度非常有用，而且使得 LMV791 和 LMV792 非常适合音频和基于传感器的 应用。

#### 7.3.3 低电源电压

LMV791 和 LMV792 在 2.5V 和 5V 电源下具有可靠的性能。在  $-40^{\circ}\text{C}$  至  $125^{\circ}\text{C}$  的环境温度下，LMV791 系列可确保在 2V 至 5.5V 范围内的任何电源电压下正常工作，从而完全利用电池的整个寿命周期。在  $0^{\circ}\text{C}$  至  $125^{\circ}\text{C}$  温度范围内，LMV791 和 LMV792 还可以确保在 1.8V 电源电压下正常工作。因此，LMV791 系列非常适合用于低电压商业 应用。

#### 7.3.4 轨至轨输出和接地感应

轨至轨输出摆幅可提供尽可能大的输出动态范围。在低电源电压下运行时，这一点尤为重要。它们还使用了一种创新的正反馈方案，来提高输出级的电流驱动能力。因此，LMV791 和 LMV792 可在 1.8V 电源电压下实现超过 40mA 的拉电流。这一方案还会限制 LMV791 系列在用作比较器时的性能，因此建议不要在开环配置中使用 LMV791 和 LMV792。共模范围包括负电源轨，因此在单电源供电时可直接进行地电位感应。

#### 7.3.5 关断功能

LMV791 系列非常适合电池供电的系统。LMV791 和 LMV792 通常具有 1.15mA 的低电源电流和 140nA 的关断电流，因此设计人员能够最大限度地提高电池寿命。LMV791 和 LMV792 运算放大器可通过自身的使能引脚实现关闭操作，将电源电流减小到低于  $1\mu\text{A}$ 。要为运算放大器加电，使能引脚应高于  $V^+ - 0.5\text{V}$ ，其中  $V^+$  为正电源。要停用运算放大器，使能引脚应低于  $V^- + 0.5\text{V}$ ，其中  $V^-$  为负电源。

## 特性 说明 (接下页)

### 7.3.6 小型尺寸

LMV791 和 LMV792 封装小巧紧凑，可以节省印刷电路板空间，以便设计出尺寸更小的电子产品，例如手机、平板电脑或其他便携式系统。信号源和运算放大器之间的较长迹线使得信号路径易受噪声的影响。通过使用物理尺寸更小的 LMV791 和 LMV792 封装，可将相应的运算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 容性负载容差

在单位增益配置下，LMV791 和 LMV792 可直接驱动高达 120pF 的负载，而不会出现振荡。单位增益跟随器是对容性负载最敏感的配置。直接容性负载可减小放大器的相位裕度。运算放大器的输出阻抗和电容负载的组合会引起相位滞后。这会导致欠阻尼的脉冲响应或振荡。要驱动电容更大的负载，可使用图 46 中所示的电路。

在图 46 中，隔离电阻器  $R_{ISO}$  和负载电容器  $C_L$  会形成一个极点，通过增大整个系统的相位裕度来提高稳定性。所需的性能取决于  $R_{ISO}$  值。 $R_{ISO}$  电阻值越大， $V_{OUT}$  越稳定。但是， $R_{ISO}$  值增大会导致输出摆幅减小和短路电流。

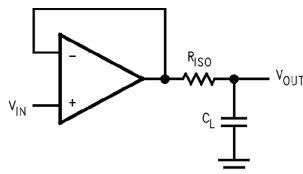
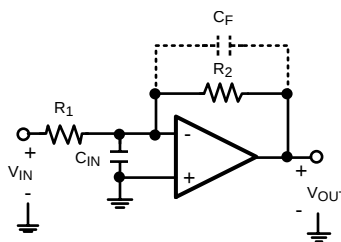


图 46. 通过  $C_L$  隔离提高稳定性

### 7.4.2 输入电容和反馈电路元素

LMV791 系列具有非常低的输入偏置电流 (100fA) 和低  $1/f$  噪声转角频率 (400Hz)，非常适合传感器应用。但是，为了实现该性能，该运算放大器使用了较大的 CMOS 输入级，这会增加该器件的输入电容  $C_{IN}$ 。这不会影响直流和低频性能，但是当频率较高时，该输入电容会与输入和反馈阻抗进行交互，形成一个极点，这会降低相位裕度并造成增益峰化。这种情况可通过选择合适的电阻器以及使用反馈电容  $C_F$  来进行控制。例如，在图 47 所示的反相放大器中，如果忽略  $C_{IN}$  和  $C_F$  且将运算放大器的开环增益视为无穷大，那么该电路的增益为  $-R_2/R_1$ 。但是，运算放大器通常具有主极点，这会导致其增益随频率递减。因此，该增益仅在直流和低频情况下有效。为了理解与运算放大器的非理想增益耦合的输入电容的影响，需要使用拉普拉斯变换在频域中对电路进行分析。



$$A_V = - \frac{V_{OUT}}{V_{IN}} = - \frac{R_2}{R_1}$$

图 47. 反相放大器

为了简单起见，我们将该运算放大器模型化为一个具有  $A_0$  单位增益频率的理想积分器。因此，它在频域中的传递函数（或增益）为  $A_0/s$ 。求解频域中的电路方程式，暂时忽略  $C_F$ ，可得到公式 1 中所示的增益表达式。

## 器件功能模式 (接下页)

$$\frac{V_{OUT}}{V_{IN}}(s) = \frac{-R_2/R_1}{\left[1 + \frac{s}{\left(\frac{A_0 R_1}{R_1 + R_2}\right)} + \frac{s^2}{\left(\frac{A_0}{C_{IN} R_2}\right)}\right]} \quad (1)$$

从传递函数的分母可以看出，它具有两个极点，我们可以通过求分母的根得到该表达式（如公式 2 中所示）。

$$P_{1,2} = \frac{-1}{2C_{IN}} \left[ \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \pm \sqrt{\left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}\right)^2 - \frac{4 A_0 C_{IN}}{R_2}} \right] \quad (2)$$

公式 2 表明，当  $R_1$  和  $R_2$  的值增大时，极点会减小，放大器的带宽也会进而减小。我们通过在图 46 所示的电路中使用不同的  $R_1$  和  $R_2$  值并比较它们的频率响应，对该理论进行了验证。图 48 中展示了针对三个不同  $R_1$  和  $R_2$  值的频率响应。当  $R_1$  和  $R_2$  的值都是  $1k\Omega$  时，响应是最平、最宽的；当它们的值都变成  $10k\Omega$  或  $30k\Omega$  时，响应会显著变窄、变高。因此最好使用较低的  $R_1$  和  $R_2$  值，以便获得较宽、较平的响应。低电阻还有助于实现高灵敏度电路，因为它们增加的噪声较少。

一种减少增益峰化的方式是添加一个与  $R_2$  并联的反馈电容  $C_F$ 。这会在系统中引入另一个极点，并可防止导致增益达到峰值的成对复杂共轭极点的形成。图 49 展示了  $C_F$  对电路的频率响应的影响。添加  $2pF$  的电容可去除峰值， $5pF$  的电容则会产生一个低得多的极点，并过度减少带宽。

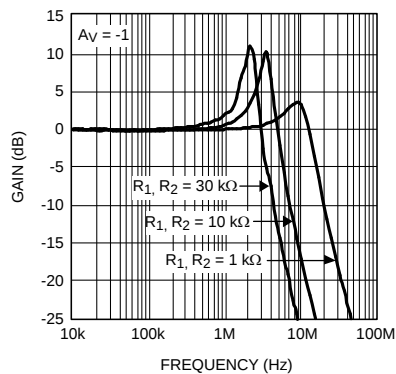


图 48. 较大  $R_1$  和  $R_2$  引起的增益峰化

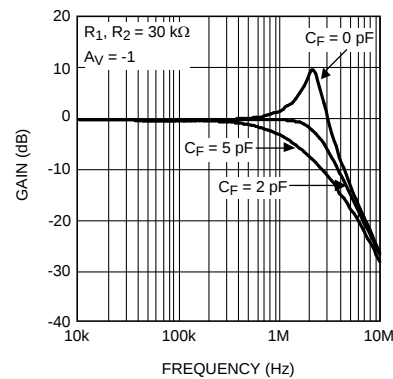


图 49. 通过  $C_F$  消除增益峰化

## 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

LMV791 和 LMV792 系列放大器的额定运行电压为 1.8V 至 5.5V。典型特征部分提供的参数可能会随运行电压或温度的不同而出现显著变化。

### 8.2 典型应用

以下应用示例重点介绍了可以使用 LMV791 和 LMV792 的部分电路。

#### 8.2.1 跨阻放大器

CMOS 输入运算放大器常用于跨阻应用中，因为它们具有极高的输入阻抗。跨阻放大器会将小输入电流转换为电压。该电流通常由光电二极管生成。跨阻增益（通过输出电压与输入电流比率的形式测得）将会较大且为宽带。由于该电路处理的电流只有几纳安，因此必须具备低噪声性能。LMV79x 是可提供宽带宽和低噪声性能的 CMOS 输入运算放大器，因此非常适合跨阻应用。

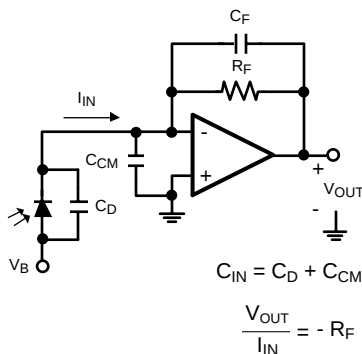


图 50. 光电二极管跨阻放大器

##### 8.2.1.1 设计要求

通常，跨阻放大器会以驱动输入端的电流源为设计基础。光电二极管是一种非常常见的容性电流源，它需要通过跨阻增益将其微小电流转换成易于检测的电压。在选择光电二极管和放大器的增益时，需考虑电路所需的速度和精度。速度较快的电路将需要电容较小的光电二极管和速度较快的放大器。较敏感的电路将需要敏感的光电二极管和高增益。图 50 中显示了典型的跨阻放大器。运算放大器的输出电压计算公式为  $V_{OUT} = -I_{IN}R_F$ 。由于放大器的输出摆幅是有限的，因此所选  $R_F$  应确保能够检测到  $I_{IN}$  的所有可能值。

## 典型应用 (接下页)

### 8.2.1.2 详细设计流程

LMV79x 具有较大的增益带宽积 (17MHz)，因此可在宽带宽情况下实现高增益。5.5V 电源下的轨至轨输出摆幅有助于在宽输入电流范围内实现检测和放大功能。CMOS 输入级具有可忽略不计的输入电流噪声和低输入电压噪声，因此 LMV79x 可针对宽带宽提供高保真放大。由于具有上述属性，因此 LMV79x 是需要宽带跨阻放大器的应用的理想之选。

正如前面所提到的，以下参数将用于设计跨阻放大器：放大器增益带宽积  $A_0$ 、放大器输入电容  $C_{CM}$ 、光电二极管电容  $C_D$ 、所需的跨阻增益  $R_F$  以及放大器输出摆幅。在根据放大器输出摆幅选择可行的  $R_F$  后，这些数字可用于设计具有期望的跨阻增益和最为平坦的频率响应的放大器。

要获得最为平坦的响应，一个必不可少的组件是反馈电容器  $C_F$ 。放大器输入端的电容  $C_{IN}$  和反馈电容器  $R_F$  会生成相位滞后，这会导致增益峰化，并且可以使电路不稳定。 $C_{IN}$  通常只是  $C_D$  和  $C_{CM}$  的总和。反馈电容器  $C_F$  会在电路的噪声增益中造成一个极点  $f_p$ ，这将会中和由  $R_F$  和  $C_{IN}$  共同形成的噪声增益中的零点  $f_z$ 。如果放置得当， $C_F$  造成的噪声增益极点可确保增益的斜率在放大器达到单位增益频率之前保持在每十倍频程 20dB，从而确保稳定性。如图 51 中所示， $f_p$  的位置应与噪声增益和运算放大器开环增益的交点重合。在本例中， $f_p$  还是跨阻放大器的总 3dB 频率。公式 3 给出了实现这一目标所需的  $C_F$  值。 $C_F$  值过大会导致带宽过渡减小，过小则无法防止增益峰化和不稳定。

$$C_F = \frac{1 + \sqrt{1 + 4\pi R_F C_{IN} A_0}}{2\pi R_F A_0}$$

(3)

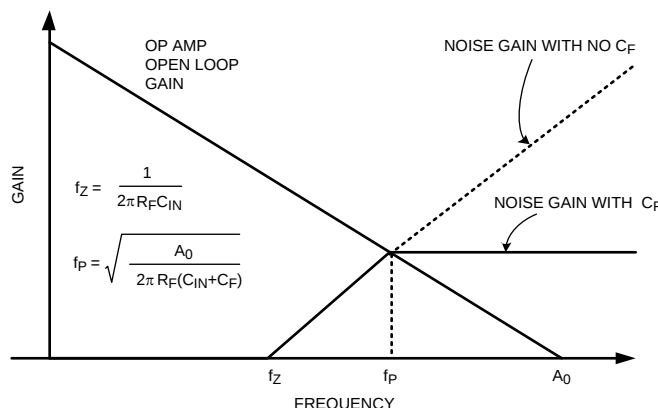


图 51. 可确保稳定性的  $C_F$  选择

在使用公式 3 计算  $C_F$  时，有时会得到低得离谱的值 ( $<1\text{pF}$ )，尤其是在高速应用中。在这种情况下，为了能够获得更加合理的值，图 52 中所示的电路往往更加实用。在该电路中，电容  $C_F'$  为  $(1 + R_B/R_A)$  乘以有效反馈电容  $C_F$ 。这样便可以在该电路中使用一个容量较大的电容器来获得较小的有效电容。

例如，如果需要  $0.5\text{pF}$  的  $C_F$ ，但又只有  $5\text{pF}$  的电容器，那么便可以选择适当的  $R_B$  和  $R_A$ ，使  $R_B/R_A = 9$ 。这样便将  $5\text{pF}$  的  $C_F'$  转换成了  $0.5\text{pF}$  的  $C_F$ 。只要  $R_A < R_F$ ，这一关系便会一直有效。

## 典型应用 (接下页)

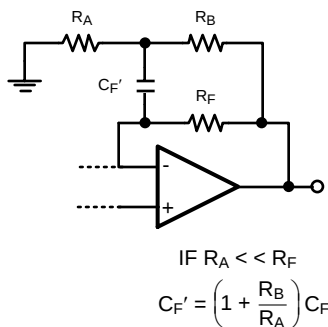


图 52. 通过较大的  $C_{F'}$  获得较小的  $C_F$

### 8.2.2 应用曲线

LMV791 已被用于设计具有不同跨阻增益和源电容的多种放大器。表 1 对这些电路的增益、带宽和反馈电容进行了总结。图 53 和 图 54 展示了它们的频率响应情况。这里的反馈电容与公式 3 中的公式略有不同，因为必须考虑电路板和反馈电阻器  $R_F$  的寄生电容。

表 1. 频率响应结果

| 跨阻 $A_{TI}$ | $C_{IN}$ | $C_F$ | 3dB 频率 |
|-------------|----------|-------|--------|
| 470000      | 50pF     | 1.5pF | 350kHz |
| 470000      | 100pF    | 2.0pF | 250kHz |
| 470000      | 200pF    | 3.0pF | 150kHz |
| 47000       | 50pF     | 4.5pF | 1.5MHz |
| 47000       | 100pF    | 6.0pF | 1MHz   |
| 47000       | 200pF    | 9.0pF | 700kHz |

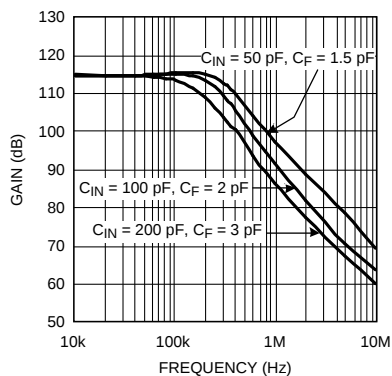


图 53.  $A_{TI} = 470000$  时的频率响应

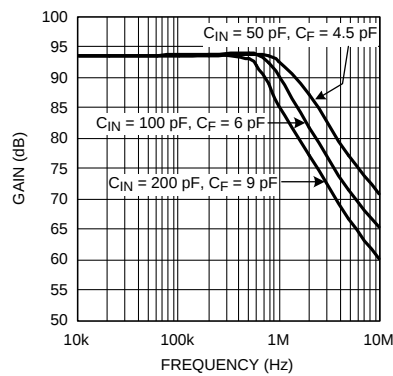


图 54.  $A_{TI} = 47000$  时的频率响应

### 8.2.3 使用 LMV792 的高增益、宽带跨阻放大器

LMV792 双通道、低噪声、宽带宽 CMOS 输入运算放大器 IC 可在紧凑且可靠的集成式解决方案中用于感应和放大从敏感光电二极管获得的宽带信号。在提供的两个运算放大器中，其中一个可用于获取跨阻增益，另一个则可用于放大输出电压，从而进一步增强跨阻增益。这两个运算放大器的宽带宽 (17MHz) 可确保它们能够在宽频率范围内提供高增益。低输入基准噪声 ( $5.8\text{nV}/\sqrt{\text{Hz}}$ ) 则使得该放大器能够提供具有高 SNR (信噪比) 的输出。小巧的 VSSOP-10 封装可以节省印刷电路板空间，便于设计便携式产品。

在图 55 所示的电路中，第一个运算放大器被用作增益为 47000 的跨阻放大器，第二及则可提供 10 倍的电压增益。该电路针对 50pF 的总输入电容提供了 470000 的跨阻增益和 1.5MHz 的 -3dB 带宽。该电路的频率响应如图 56 所示。

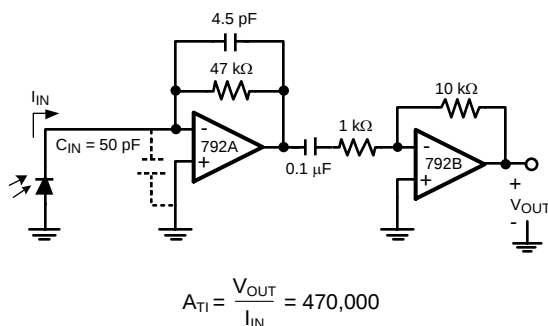


图 55. 1.5MHz 跨阻放大器 ( $A_{TI} = 470000$ )

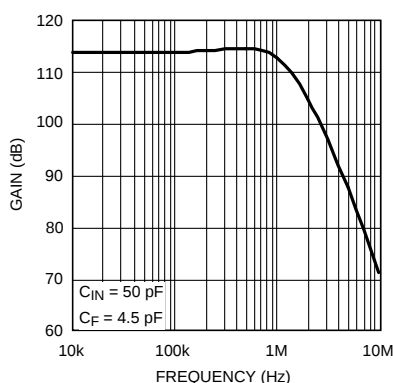


图 56. 1.5MHz 跨阻放大器频率响应

#### 8.2.4 具有带通滤波功能的音频前置放大器

凭借低输入基准电压噪声、低电源电压和电流以及低谐波失真，LMV791 系列成为了音频应用的理想之选。由于具备宽单位增益带宽，因此该器件可在广泛频率范围内提供较大增益，而且可以驱动阻值低至 600Ω 的负载，而失真率低于 0.01%。图 57 和图 58 展示了两个放大器电路。图 57 是反相放大器，具有 10kΩ 的反馈电阻器  $R_2$  和 1kΩ 的输入电阻器  $R_1$ ，因此可提供 -10 的增益。图 58 是同相放大器，使用了相同的  $R_1$  和  $R_2$  值，可提供 11 的增益。在这两个电路中，耦合电容器  $C_{C1}$  决定开始提供增益的较低频率，而反馈电容器  $C_F$  则决定增益开始下降的频率。图 59 展示了具有不同  $C_F$  值的反相放大器的频率响应。

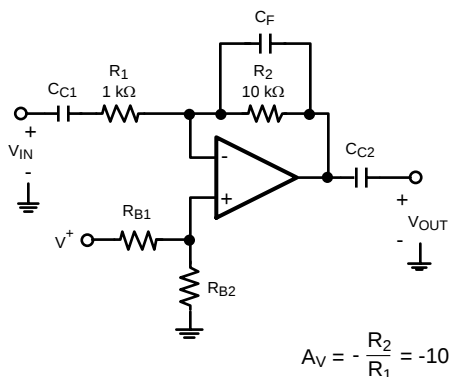


图 57. 反相音频前置放大器

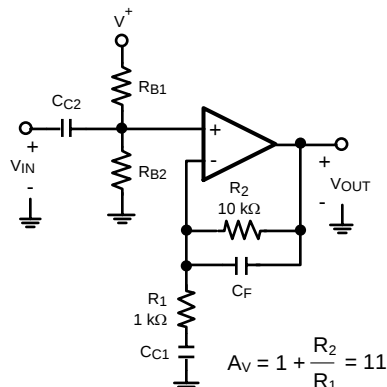


图 58. 同相音频前置放大器

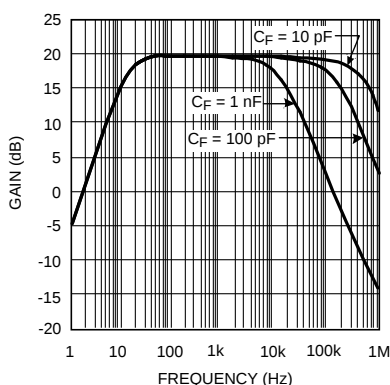


图 59. 反相音频前置放大器的频率响应

## 8.2.5 传感器接口

LMV791 和 LMV792 具有低输入偏置电流和低输入基准噪声，是传感器接口应用的理想之选。这些电路需要感应几微伏级别的电压和总计小于 1nA 的电流，因此运算放大器需要具有低电压噪声和低输入偏置电流。典型应用包括红外测温、热电偶放大器和 pH 电极缓冲器。图 60 是一个用于测量红外辐射强度的典型电路，通常用于远程估测物体的温度。红外传感器会产生一个与 I（落在物体上的红外辐射的强度）成比例的电压。如图 60 中所示，K 是红外传感器上的电压 ( $V_{IN}$ ) 与辐射强度 I 的比例常数。所选的  $R_A$  和  $R_B$  电阻可提供一个高增益来放大该电压，而添加的  $C_F$  则可以滤除高频噪声。

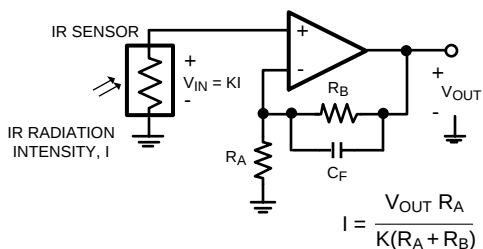


图 60. 红外辐射传感器

## 9 电源建议

为了正确运行，必须适当地对电源进行去耦。为了对电源线进行去耦，TI 建议将 10nF 电容器尽可能靠近运算放大器电源引脚放置。对于单电源，应在  $V^+$  和  $V^-$  电源引线之间放置一个电容器。对于双电源，应在  $V^+$  和接地端之间放置一个电容器，并在  $V^-$  和接地端之间放置一个电容器。

## 10 布局

### 10.1 布局指南

在每个电源引脚和接地端之间连接低 ESR 0.1 $\mu$ F 陶瓷旁路电容器，放置位置尽量靠近器件。从  $V^+$  到接地端的单个旁路电容器适用于单通道电源应用。

噪声可通过全部电路电源引脚以及运算放大器自身传入模拟电路。旁路电容器为局部模拟电路提供低阻抗电源，用于降低耦合噪声。

将电路的模拟和数字部分单独接地是最简单且最有效的噪声抑制方法之一。多层 PCB 中通常将一层或多层专门作为接地层。接地平面有助于散热和降低 EMI 噪声拾取。确保对数字接地和模拟接地进行物理隔离，同时应注意接地电流。

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

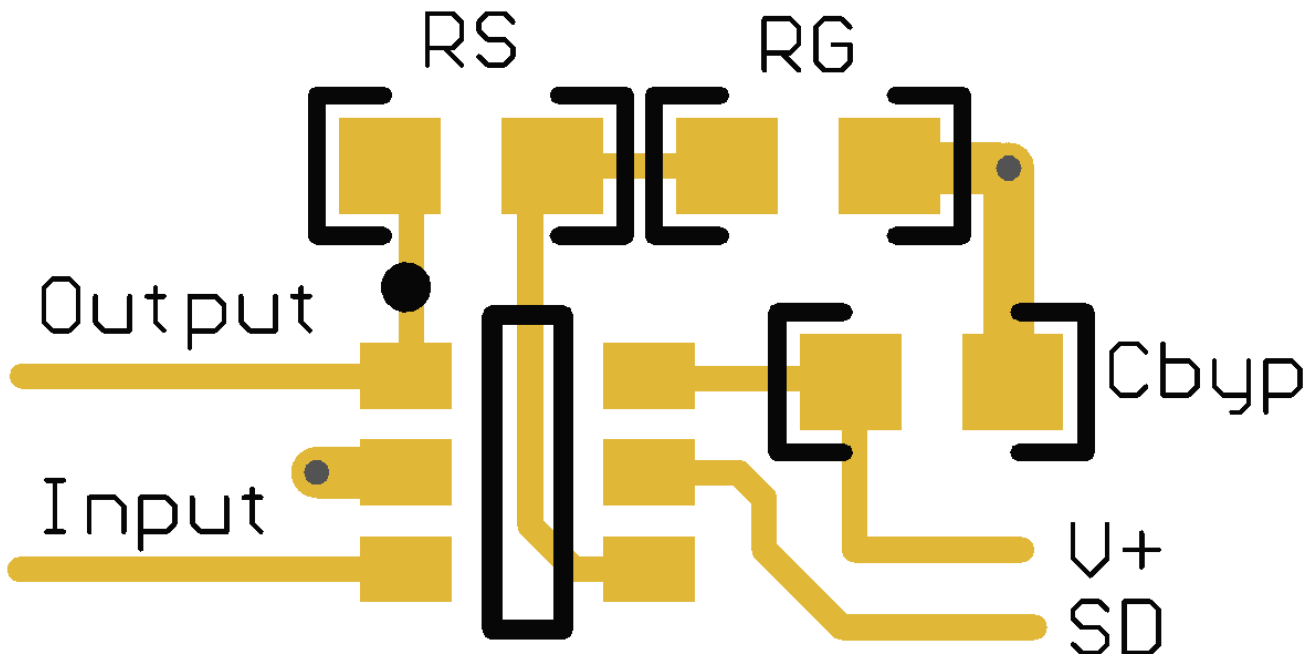


图 61. 典型 SOT 布局

## 11 器件和文档支持

### 11.1 器件支持

#### 11.1.1 开发支持

相关开发支持，请参阅以下内容：

- LMV791 PSPICE 模型，[SNOM056](#)
- LMV792 PSPICE 模型，[SNOM057](#)
- 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>

### 11.2 文档支持

#### 11.2.1 相关文档

如需相关文档，请参阅：

- 《AN-31 运算放大器电路集合》，[SNLA140](#)
- 《反馈曲线图定义运算放大器交流性能》，[SBOA015 \(AB-028\)](#)
- 《电路板布局技巧》，[SLOA089](#)
- 《面向大众的运算放大器》，[SLOD006](#)。
- 《采用隔离电阻器的容性负载驱动解决方案》，[TIPD128](#)
- 《运算放大器应用 手册》，[SBOA092](#)

### 11.3 相关链接

下表列出了快速访问链接。类别包括技术文档、支持和社区资源、工具和软件以及申请样片或购买产品的快速访问链接。

表 2. 相关链接

| 部件     | 产品文件夹                | 样片与购买                | 技术文档                 | 工具和软件                | 支持和社区                |
|--------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| LMV791 | <a href="#">单击此处</a> | <a href="#">单击此处</a> | <a href="#">单击此处</a> | <a href="#">单击此处</a> | <a href="#">单击此处</a> |
| LMV792 | <a href="#">单击此处</a> | <a href="#">单击此处</a> | <a href="#">单击此处</a> | <a href="#">单击此处</a> | <a href="#">单击此处</a> |

### 11.4 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](http://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。

### 11.5 商标

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

### 11.6 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。

## **11.7 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 Device | Status<br>(1) | Package Type | Package<br>Drawing | Pins | Package<br>Qty | Eco Plan<br>(2) | Lead finish/<br>Ball material<br>(6) | MSL Peak Temp<br>(3) | Op Temp (°C) | Device Marking<br>(4/5) | Samples                 |
|------------------|---------------|--------------|--------------------|------|----------------|-----------------|--------------------------------------|----------------------|--------------|-------------------------|-------------------------|
| LMV791MK/NOPB    | ACTIVE        | SOT-23-THIN  | DDC                | 6    | 1000           | RoHS & Green    | SN                                   | Level-1-260C-UNLIM   | -40 to 125   | AS1A                    | <a href="#">Samples</a> |
| LMV791MKX/NOPB   | ACTIVE        | SOT-23-THIN  | DDC                | 6    | 3000           | RoHS & Green    | SN                                   | Level-1-260C-UNLIM   | -40 to 125   | AS1A                    | <a href="#">Samples</a> |
| LMV792MM/NOPB    | ACTIVE        | VSSOP        | DGS                | 10   | 1000           | RoHS & Green    | SN                                   | Level-1-260C-UNLIM   | -40 to 125   | AX2A                    | <a href="#">Samples</a> |
| LMV792MMX/NOPB   | ACTIVE        | VSSOP        | DGS                | 10   | 3500           | RoHS & Green    | SN                                   | Level-1-260C-UNLIM   |              | AX2A                    | <a href="#">Samples</a> |

<sup>(1)</sup> The marketing status values are defined as follows:

**ACTIVE:** Product device recommended for new designs.

**LIFEBUY:** TI has announced that the device will be discontinued, and a lifetime-buy period is in effect.

**NRND:** Not recommended for new designs. Device is in production to support existing customers, but TI does not recommend using this part in a new design.

**PREVIEW:** Device has been announced but is not in production. Samples may or may not be available.

**OBsolete:** TI has discontinued the production of the device.

<sup>(2)</sup> **RoHS:** TI defines "RoHS" to mean semiconductor products that are compliant with the current EU RoHS requirements for all 10 RoHS substances, including the requirement that RoHS substance do not exceed 0.1% by weight in homogeneous materials. Where designed to be soldered at high temperatures, "RoHS" products are suitable for use in specified lead-free processes. TI may reference these types of products as "Pb-Free".

**RoHS Exempt:** TI defines "RoHS Exempt" to mean products that contain lead but are compliant with EU RoHS pursuant to a specific EU RoHS exemption.

**Green:** TI defines "Green" to mean the content of Chlorine (Cl) and Bromine (Br) based flame retardants meet JS709B low halogen requirements of <=1000ppm threshold. Antimony trioxide based flame retardants must also meet the <=1000ppm threshold requirement.

<sup>(3)</sup> MSL, Peak Temp. - The Moisture Sensitivity Level rating according to the JEDEC industry standard classifications, and peak solder temperature.

<sup>(4)</sup> There may be additional marking, which relates to the logo, the lot trace code information, or the environmental category on the device.

<sup>(5)</sup> Multiple Device Markings will be inside parentheses. Only one Device Marking contained in parentheses and separated by a "-" will appear on a device. If a line is indented then it is a continuation of the previous line and the two combined represent the entire Device Marking for that device.

<sup>(6)</sup> Lead finish/Ball material - Orderable Devices 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.

**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.

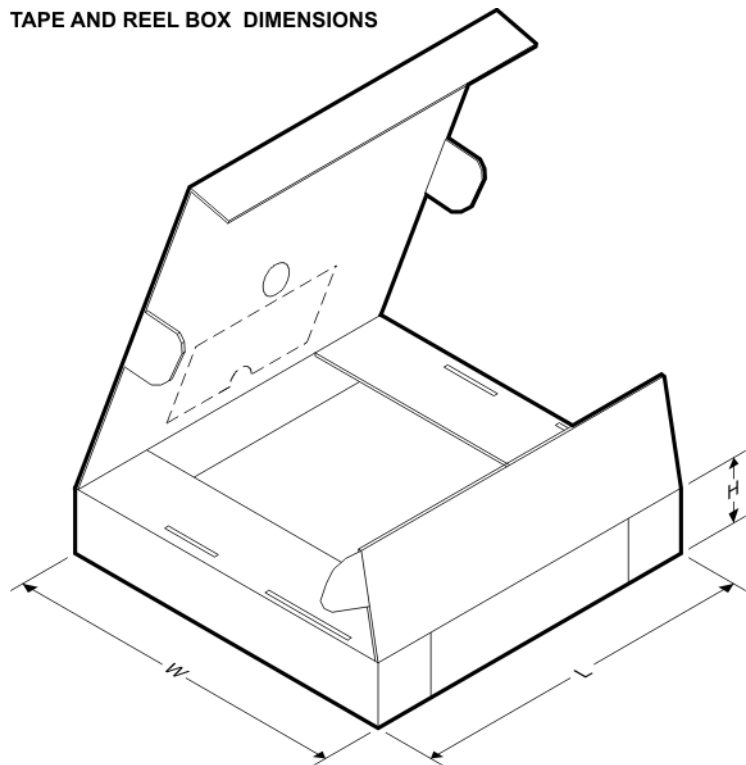
## TAPE AND REEL INFORMATION



\*All dimensions are nominal

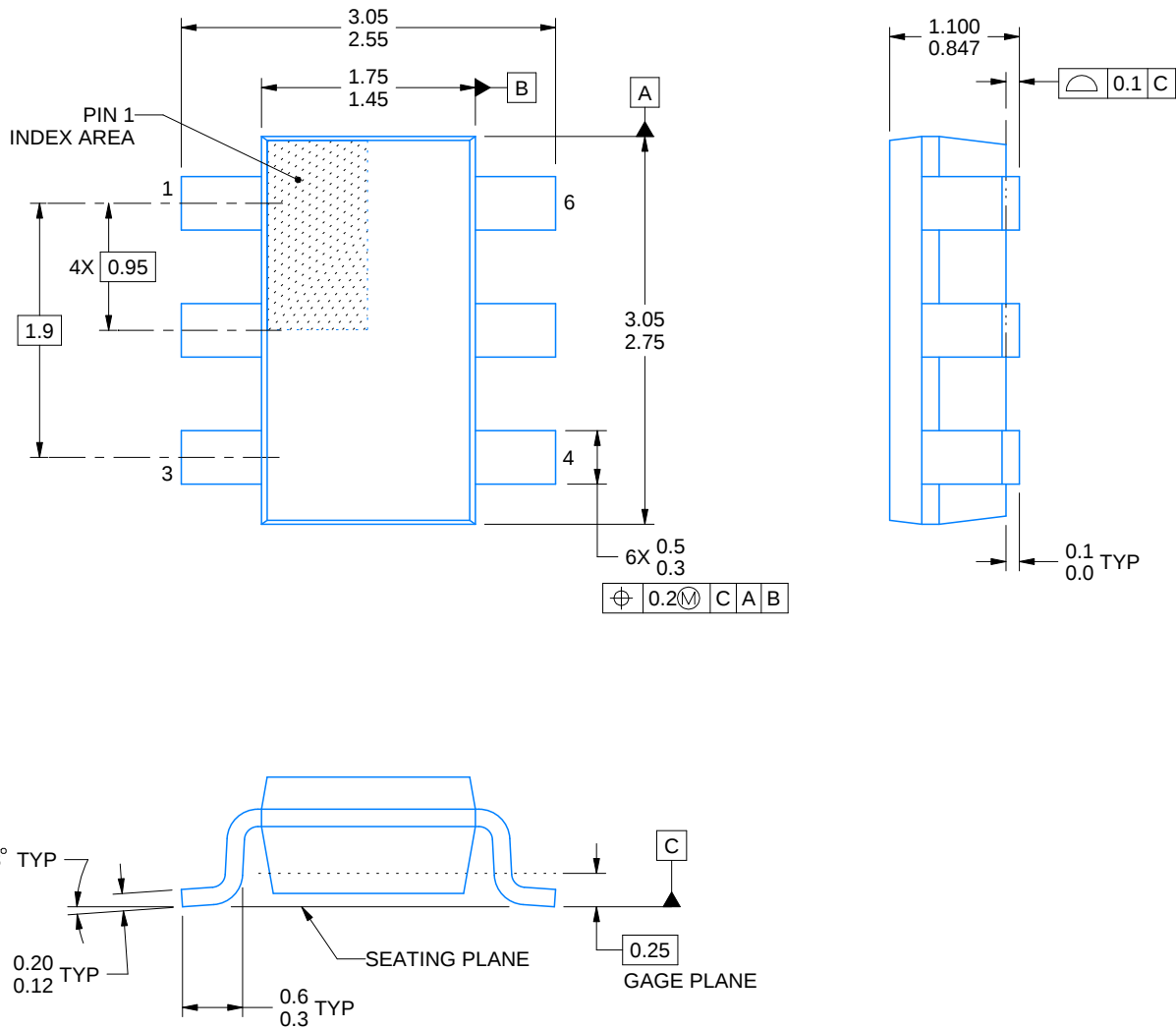
| Device         | Package Type | Package Drawing | Pins | SPQ  | Reel Diameter (mm) | Reel Width W1 (mm) | A0 (mm) | B0 (mm) | K0 (mm) | P1 (mm) | W (mm) | Pin1 Quadrant |
|----------------|--------------|-----------------|------|------|--------------------|--------------------|---------|---------|---------|---------|--------|---------------|
| LMV791MK/NOPB  | SOT-23-THIN  | DDC             | 6    | 1000 | 178.0              | 8.4                | 3.2     | 3.2     | 1.4     | 4.0     | 8.0    | Q3            |
| LMV791MKX/NOPB | SOT-23-THIN  | DDC             | 6    | 3000 | 178.0              | 8.4                | 3.2     | 3.2     | 1.4     | 4.0     | 8.0    | Q3            |
| LMV792MM/NOPB  | VSSOP        | DGS             | 10   | 1000 | 178.0              | 12.4               | 5.3     | 3.4     | 1.4     | 8.0     | 12.0   | Q1            |
| LMV792MMX/NOPB | VSSOP        | DGS             | 10   | 3500 | 330.0              | 12.4               | 5.3     | 3.4     | 1.4     | 8.0     | 12.0   | Q1            |

## TAPE AND REEL BOX DIMENSIONS



\*All dimensions are nominal

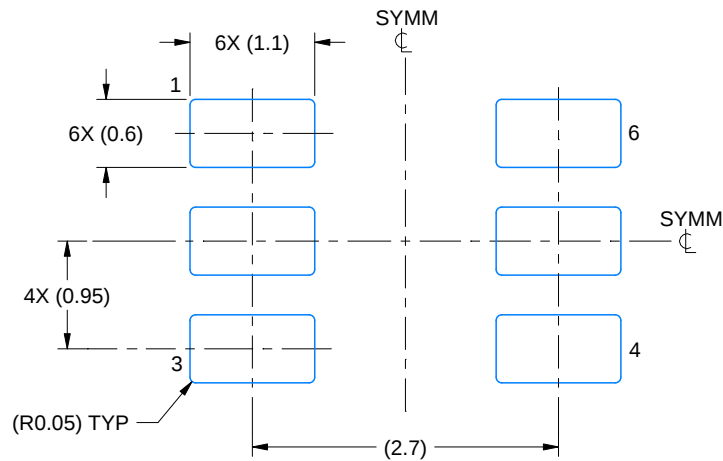
| Device         | Package Type | Package Drawing | Pins | SPQ  | Length (mm) | Width (mm) | Height (mm) |
|----------------|--------------|-----------------|------|------|-------------|------------|-------------|
| LMV791MK/NOPB  | SOT-23-THIN  | DDC             | 6    | 1000 | 208.0       | 191.0      | 35.0        |
| LMV791MKX/NOPB | SOT-23-THIN  | DDC             | 6    | 3000 | 208.0       | 191.0      | 35.0        |
| LMV792MM/NOPB  | VSSOP        | DGS             | 10   | 1000 | 208.0       | 191.0      | 35.0        |
| LMV792MMX/NOPB | VSSOP        | DGS             | 10   | 3500 | 367.0       | 367.0      | 35.0        |



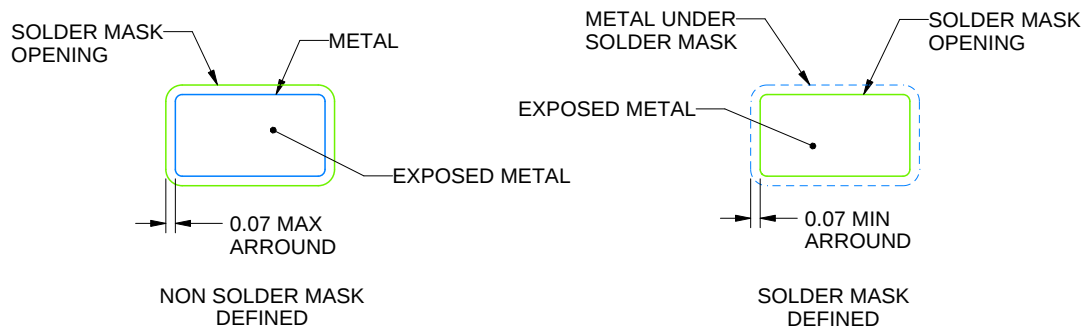
4214841/B 11/2020

## 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  
EXPLODED METAL SHOWN  
SCALE:15X

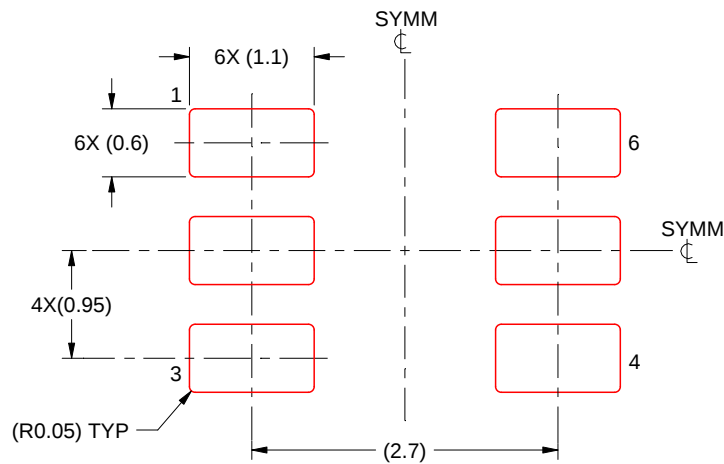


SOLDERMASK DETAILS

4214841/B 11/2020

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.

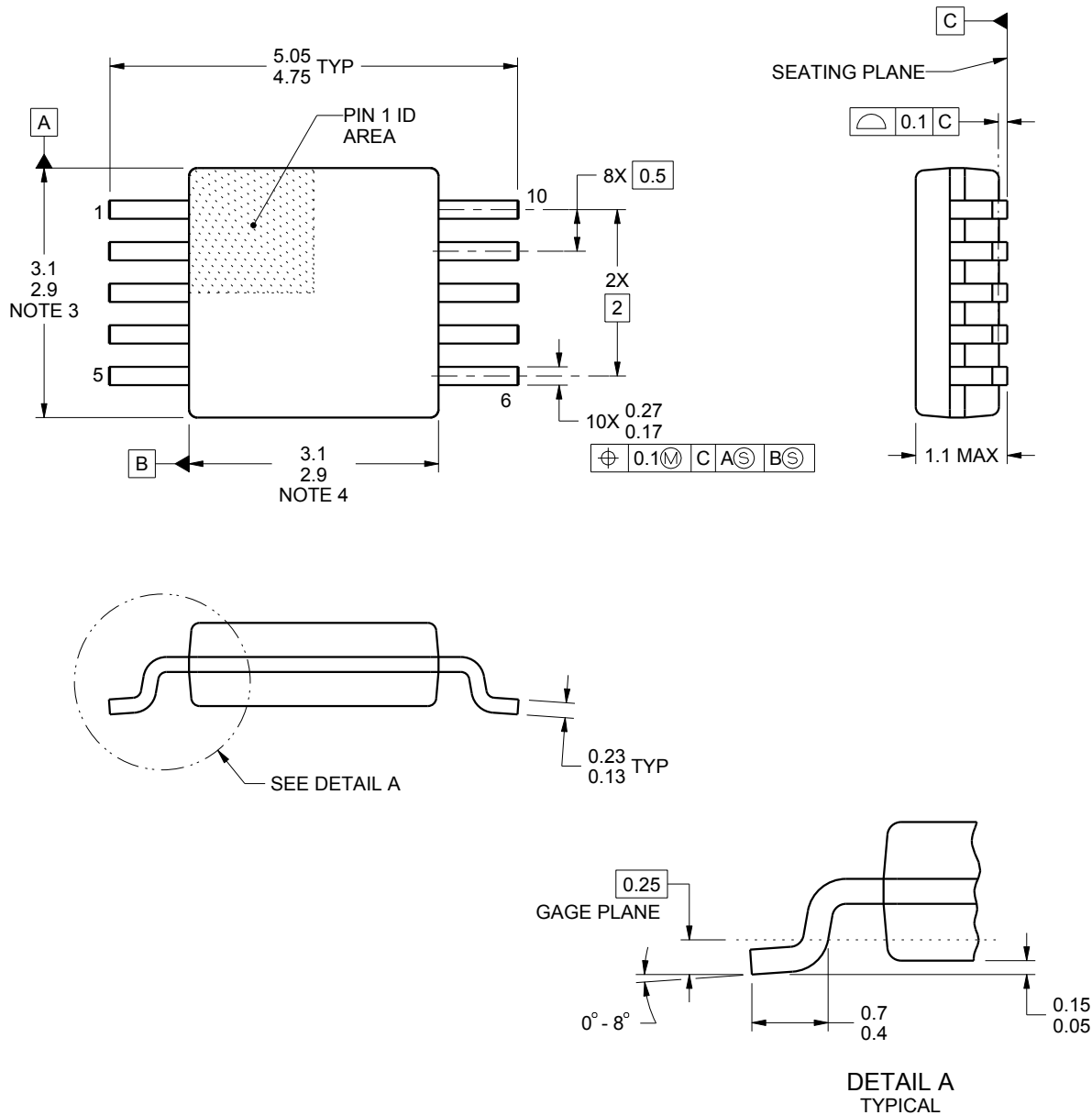


SOLDER PASTE EXAMPLE  
BASED ON 0.125 THICK STENCIL  
SCALE:15X

4214841/B 11/2020

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.



4221984/A 05/2015

## NOTES:

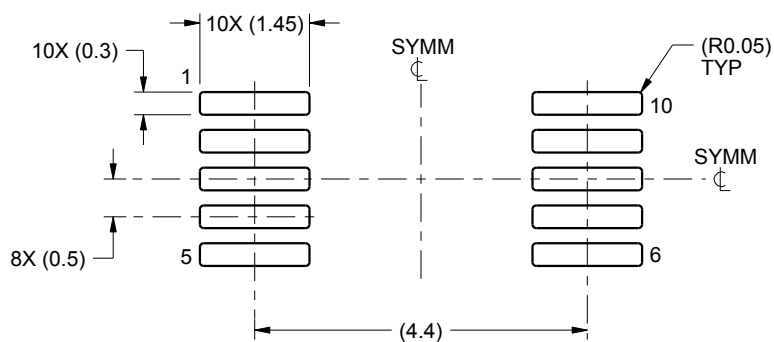
1. All linear dimensions are in millimeters. Any dimensions in parenthesis are for reference only. Dimensioning and tolerancing per ASME Y14.5M.
2. This drawing is subject to change without notice.
3. This dimension does not include mold flash, protrusions, or gate burrs. Mold flash, protrusions, or gate burrs shall not exceed 0.15 mm per side.
4. This dimension does not include interlead flash. Interlead flash shall not exceed 0.25 mm per side.
5. Reference JEDEC registration MO-187, variation BA.

# EXAMPLE BOARD LAYOUT

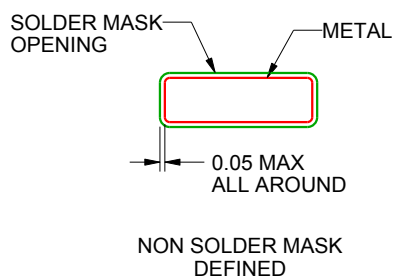
DGS0010A

VSSOP - 1.1 mm max height

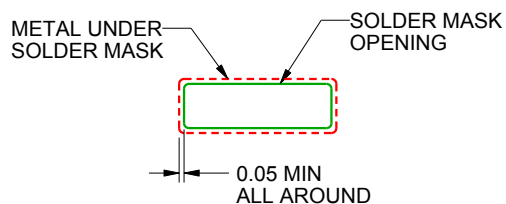
SMALL OUTLINE PACKAGE



LAND PATTERN EXAMPLE  
SCALE:10X



NON SOLDER MASK  
DEFINED



SOLDER MASK  
DEFINED

SOLDER MASK DETAILS  
NOT TO SCALE

4221984/A 05/2015

NOTES: (continued)

6. Publication IPC-7351 may have alternate designs.

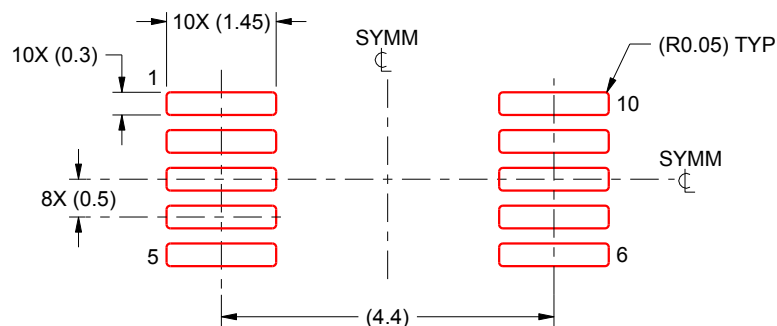
7. Solder mask tolerances between and around signal pads can vary based on board fabrication site.

## EXAMPLE STENCIL DESIGN

DGS0010A

VSSOP - 1.1 mm max height

SMALL OUTLINE PACKAGE



SOLDER PASTE EXAMPLE  
BASED ON 0.125 mm THICK STENCIL  
SCALE:10X

4221984/A 05/2015

NOTES: (continued)

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

## 重要声明和免责声明

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任何明示或暗示的担保，包括但不限于对适销性、某特定用途方面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功能安全、信息安全、监管或其他要求。

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 产品的应用。严禁对这些资源进行其他复制或展示。您无权使用任何其他 TI 知识产权或任何第三方知识产权。您应全额赔偿因在这些资源的使用中对 TI 及其代表造成的任何索赔、损害、成本、损失和债务，TI 对此概不负责。

TI 提供的产品受 [TI 的销售条款](#) 或 [ti.com](#) 上其他适用条款/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。

TI 反对并拒绝您可能提出的任何其他或不同的条款。

邮寄地址：Texas Instruments, Post Office Box 655303, Dallas, Texas 75265  
Copyright © 2021，德州仪器 (TI) 公司