

TPS7A33 –36V、1A、超低噪声负电压稳压器

1 特点

- 输入电压范围：–3V 至–36V
- 噪声：
 - 16 μ V_{RMS}（10 Hz 至 100 kHz）
- 电源纹波抑制：– 72 dB（10 kHz）
- 可调输出：–1.18V 至–33V
- 最大输出电流：1A
- 使用 $\geq 10 \mu$ F 的陶瓷电容器时保持稳定 · 内置电流限制和热关断
- 保护
 - 采用具有外部散热器功能的高热性能 TO-220 封装
 - 工作温度范围：
 - 40°C 至 125°C

2 应用 · 运算放大器、DAC、

- ADC 和其他高精度模拟电路
- 声音的
- DC-DC 转换器后调节和纹波过滤
- 测试和测量
- 医疗的
- 工业仪器仪表
- 基站和电信基础设施
- 12V 和 24V 工业总线

3 说明

TPS7A33 系列线性稳压器具有负电压 (–36V)、超低噪声 (16 μ V_{RMS}、72dB PSRR)线性稳压器能够提供最大负载为 1 A。

TPS7A33 系列包括互补金属氧化物半导体 (CMOS) 逻辑电平兼容使能引脚 (EN)以允许用户定制电源管理方案。其他可用功能

包括内置电流限制和热关断故障期间保护设备和系统的功能状况。

TPS7A33 系列采用双极设计技术主要针对高精度、高精度仪器仪表应用,其中清洁电压电源轨对于最大化系统性能至关重要。此功能使其成为运行电源的理想选择放大器、模数转换器 (ADC)、数模转换器 (DAC) 和其他高性能模拟电路。

此外,TPS7A33 系列线性稳压器适用于 DC-DC 转换器后调节。经过

滤除直流固有的输出电压纹波直流开关转换,最大系统确保敏感仪器、医疗、测试和测量、音频和射频领域的性能

应用程序。

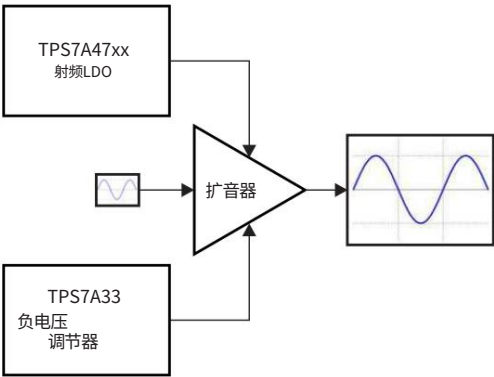
对于正和负高的应用需要性能轨,请考虑 [TPS7A4700](#)正高压、超低噪声、低压差线性稳压器。

设备信息(1)

| 零件号 | 包裹 | 机身尺寸 (标称) |
|---------|------------|-------------------|
| TPS7A33 | TO-220 (7) | 10.17毫米×8.38毫米 |
| | 超薄QFN (20) | 5.00 毫米 × 5.00 毫米 |

(1) 对于所有可用的软件包,请参阅可订购附录:数据表的末尾。

典型应用原理图



TPS7A33

SBVS169D – 2011 年 12 月 – 2015 年 4 月修订

www.ti.com

目录

| | | | |
|------------------|----|---------------------|----|
| 1 特征..... | 12 | 应用与实施..... | 15 |
| 用..... | 13 | 8.1 应用信息..... | 15 |
| 明..... | 14 | 8.2 典型应用..... | 18 |
| 史..... | 2 | 8.3 该做和该做的事..... | 20 |
| 5 引脚配置及功能..... | 4 | 9 电源建议..... | 21 |
| 6 规格..... | 5 | 10 布局..... | 21 |
| 6.1 绝对最大额定值..... | 5 | 10.1 布局指南..... | 21 |
| 6.2 ESD 额定值..... | 5 | 10.2 布局示例..... | 21 |
| 6.3 推荐工作条件..... | 5 | 10.3 热性能和散热器选择..... | 24 |
| 6.4 热信息..... | 5 | 10.4 封装安装..... | 25 |
| 6.5 电气特性..... | 6 | 11 设备支持和文档支持..... | 25 |
| 6.6 典型特性..... | 7 | 11.1 设备支持..... | 25 |
| 7 详细说明..... | 12 | 11.2 文档支持..... | 25 |
| 7.1 概述..... | 12 | 11.3 商标..... | 25 |
| 7.2 功能框图..... | 12 | 11.4 静电放电注意事项..... | 25 |
| 7.3 功能说明..... | 12 | 11.5 术语表..... | 25 |
| 7.4 器件功能模式..... | 14 | 12 机械、包装和可订购信息..... | 26 |

4 修订历史

注意:以前版本的页码可能与当前版本的页码不同。

| 从修订版 C (2013 年 2 月)到修订版 D 的变更 | 页 |
|---|----|
| · 添加了ESD 额定值表、功能描述部分、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、包装和可订购信息部分..... | 1 |
| · 更正了数据表标题,以显示准确的最大输出电流;将 “-1 A”更改为 “1-A” | 1 |
| · 更改了首页图片并删除了说明 RGW 包是产品预览的注释..... | 1 |
| · 更改了引脚配置和功能部分;更新了表格格式并删除了有关 RGW 产品的脚注 - 预览状态..... | 4 |
| · 从引脚功能表中删除了指示 RGW 产品预览状态的脚注..... | 4 |
| · 从绝对最大额定值表中删除了脚注 (2) | 5 |
| · 从热信息表中删除了注释,说明 RGW 封装是产品预览版..... | 5 |
| · 更正了图 23的条件值..... | 9 |
| · 更正了图 24的条件值..... | 9 |
| · 更正了图25的条件值和跟踪指示器..... | 10 |
| · 更正了图26的条件值和跟踪指示器..... | 10 |
| · 将图 27中的CSS值从 1 μ F 更改为 10 nF | 10 |
| · 删除了参数测量信息部分..... | 12 |
| · 修订后的功能框图..... | 12 |
| · 更改了可调操作部分的第一段,说明了器件输出电压范围..... | 15 |
| · 为清楚起见更改了公式 2 | 15 |
| · 更改了电容器建议部分的最后一句..... | 16 |
| · 将电源抑制部分第一段中的降噪电容器值从 1 μ F 更改为 10 nF | 17 |
| · 修订了电源抑制部分的最后一段..... | 17 |
| · 将输出噪声部分第二段中的降噪电容器值从1 μ F 更改为10 nF 。 | 17 |
| · 在图 32中添加了脚注 (1) | 18 |
| · 更改了图41 的标题..... | 23 |
| · 更改了图42 的标题..... | 23 |



修订历史 (续)

- 将功耗部分标题更改为热性能和散热器选择的布局指南..... 24
- 修订了热性能布局指南部分中的措辞以进行澄清..... 24

| 从修订版 B (2012 年 3 月)到修订版 C 的变更 | 页 |
|-------------------------------|----|
| · 将产品状态从“混合状态”更改为“生产数据” .. | 1 |
| · 在说明部分添加了最后一段..... | 1 |
| · 更改了典型应用程序框图..... | 1 |
| · 更新了图31..... | 17 |

| 从修订版 A (2011 年 12 月)到修订版 B 的变更 | 页 |
|--------------------------------|---|
| · 将产品状态从“生产数据”更改为“混合状态” .. | 1 |
| · 添加了 RGW 引脚排列图..... | 1 |
| · 在引脚配置和功能部分添加了 RGW 引脚排列图..... | 4 |
| · 在引脚功能表中添加了 RGW 和脚注 1 | 4 |
| · 在热信息表中添加了 RGW 列..... | 5 |

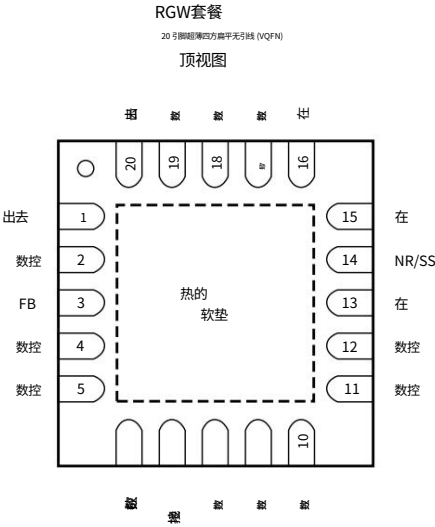
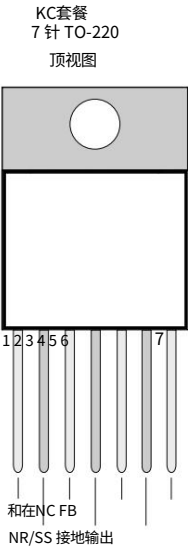
| 从原始版本 (2011 年 12 月)到修订版 A 的变更 | 页 |
|-------------------------------|---|
| · 将产品状态从“产品预览”更改为“生产数据” | 1 |

TPS7A33

SBVS169D – 2011 年 12 月 – 2015 年 4 月修订

www.ti.com

5 引脚配置和功能



引脚功能

| 别针 | | | 输入/输出 | 描述 |
|-------|--------|---------------------|-------|---|
| 名称 | TO-220 | VQFN | | |
| 在 | 1 | 13 | . | 该引脚可打开或关闭稳压器。如果 $VEN \geq VEN(+HI)$ 或 $VEN \leq VEN(-HI)$, 则稳压器启用。如果 $VEN(+LO) \geq VEN \geq VEN(-LO)$, 则稳压器被禁用。EN 引脚可以连接到 N, 如果没有的话用过的。 维恩 $\leq VIN $ 。 |
| FB | 7 | 3 | . | 该引脚是控制环路误差放大器的输入。它用于设置输出电压设备。TI 建议在 FB 和 OUT 之间连接一个 10nF 电容器 (尽可能靠近器件) 可能) 以最大限度地提高交流性能。 |
| 接地 | 4 | 7 | 地面 | |
| 在 | 3 | 15, 16 | . | 输入电源。必须将大于或等于 10 nF 的电容器从此引脚连接到地确保稳定。建议在 IN 和 GND 之间连接一个 10 μ F 电容器 (尽可能靠近器件), 以降低电路对印刷电路板 (PCB) 布局的敏感性, 尤其是当遇到长输入走线或高源阻抗时。 |
| 数控 | 5 | 2, 4-6, 8-12, 17-19 | . | 该引脚可以保持开路或连接到 GND 和 IN 之间的任何电压。 |
| NR/SS | 2 | 14 | . | 降噪。从此引脚连接到 GND 的电容器控制软启动功能并允许将 RMS 噪声降至非常低的水平。TI 建议连接 1 μ F 电容从 NR/SS 到 GND (尽可能靠近器件) 以滤除由内部带隙并最大化交流性能。 |
| 出去 | 6 | 1, 20 | . | 调节器输出。大于或等于 10 μ F 的电容器必须从此引脚接地到 O 确保稳定性。TI 建议在 OUT 和 GND 之间连接一个 47 μ F 陶瓷电容器 (尽可能靠近尽可能地连接到设备) 以最大限度地提高交流性能。 |
| 热的软垫 | 标签 - - | | | 将导热垫连接到大面积接地层。导热垫在内部连接至 GND。可以安装外部散热器以提供额外的热性能。 |



6 规格

6.1 绝对最大额定值

在自然通风工作温度范围内（除非另有说明）⁽¹⁾

| | | 最小 | 最大限度 | 单元 |
|-----|------------------------|------|------|----|
| 电压 | IN 引脚至 GND 引脚 | -36 | 0.3 | 在 |
| | OUT 引脚至 GND 引脚 | -33 | 0.3 | |
| | OUT 引脚至 IN 引脚 | -0.3 | 36 | |
| | FB 引脚至 GND 引脚 | -2 | 0.3 | |
| | FB 引脚至 IN 引脚 | -0.3 | 36 | |
| | EN 引脚至 GND 引脚 | -36 | 10 | |
| | NR/SS 引脚至 IN 引脚 | -0.3 | 36 | |
| | NR/SS 引脚至 GND 引脚 | -2 | 0.3 | |
| 当前的 | 峰值输出 | 内部限制 | | |
| 温度 | 操作虚拟连接点，T _J | -40 | 150 | °C |
| | 储存温度，T _{stg} | -65 | 150 | |

(1) 超出绝对最大额定值下列出的应力可能会对设备造成永久性损坏。这些是压力等级
仅,这并不意味着设备在这些或任何其他条件下超出推荐条件下的功能操作
运行条件。长时间暴露在绝对最大额定条件下可能会影响器件的可靠性。

6.2 ESD 额定值

| | | 价值 | 单元 |
|-----------|--|-------|----|
| 电压 (静电放电) | 人体模型 (HBM),符合 ANSI/ESDA/JEDEC JS-001,所有引脚(1) | ±1000 | 在 |
| | 充电器件模型 (CDM),符合 JEDEC 规范 JESD22-C101,所有引脚(2) | ±500 | |

(1) JEDEC 文档 JEP155 指出,500V HBM 允许通过标准 ESD 控制流程进行安全制造。
(2) JEDEC 文档 JEP157 指出,250V CDM 允许通过标准 ESD 控制流程进行安全制造。

6.3 推荐工作条件

在自然通风工作温度范围内（除非另有说明）

| | | 最小 | 姓名 | 最大限度 | 单元 |
|-------------------------|----------|-------|----|------|-----|
| 来 | 输入电源电压 | -35 | | -3 | 在 |
| 维恩 | 使能电源电压 | 来 | | 10 | 在 |
| 输出电压 | 输出电压 | -33.2 | | 参考电压 | 在 |
| 输出电流 | 输出电流 | 0 | | 1 | A |
| R2 (1) | R2是下反馈电阻 | | | 240 | 千欧姆 |
| 内网 | 输入电容 | 10 | 47 | | 微法 |
| 输出端 | 输出电容 | 10 | 47 | | 微法 |
| 噪声容限 (V _{OL}) | 降噪电容 | | 1 | | 微法 |
| CFF | 前馈电容器 | | 10 | | nF |
| 泰杰 | 工作结温 | -40 | | 125 | °C |

(1) 此条件有助于确保空载时的稳定性。

6.4 热信息

| 热计量(1) | | TPS7A33 | | 单元 |
|-----------|-------------|-------------|------------|------|
| | | KC (TO-220) | RGW (VQFN) | |
| | | 7 针 | 20 针 | |
| θJA | 结至环境热阻 | 31.2 | 33.7 | °C/瓦 |
| RθJC (上) | 结到外壳 (顶部)热阻 | 40 | 30.4 | |
| θJB | 结板热阻 | 17.4 | 12.5 | |
| ψJT | 结到顶部特征参数 | 6.4 | 0.4 | |
| ψJB | 结对板特性参数 | 17.2 | 12.5 | |
| RθJC(机器人) | 结到外壳 (底部)热阻 | 0.8 | 2.4 | |

(1) 有关传统和新热指标的更多信息,请参阅IC 封装热指标应用报告SPRA953。

TPS7A33

SBVS169D – 2011 年 12 月 – 2015 年 4 月修订

www.ti.com

6.5 电气特性

-40°C ≤ TJ ≤ 125°C 时, |VIN| = |VOUT (标称值)| + 1V 或 |VIN| = 3V (以较大者为准), VEN = VIN, IOOUT = 1mA, CIN = 10μF, COUT = 10μF, 除非另有说明, CNR/SS = 0 nF,并且 FB 连接到 OUT。(1)

| 范围 | | 测试条件 | 最小 | 典型最大单位 | |
|---------------------------|-----------|---|-----------------------|--------|--------|
| 来 | 输入电压 | | -35 | -3V | |
| 参考电压 | 内部参考 | TJ = 25°C, VFB = VREF | -1.192 -1.175 -1.157V | | |
| 伏伏洛 | 欠压锁定阈值 | | -2 | | 在 |
| 在出去 | 输出电压范围(2) | 车架号 ≥ VOUT (标称值) | -33.2 | 参考电压V | |
| | 标称精度 | + 1V TJ = 25°C, MIN = VOUT (标称值) + | -1.5 | 1.5 % | 输出电压 |
| | 整体准确度 | 0.5V 5V ≤ MIN ≤ 35V 1毫安≤输出≤1安 | ±1 | | %输出电压 |
| | | VOUT (名称) + 1V ≤ MIN ≤ 35V 1毫安≤输出≤1安 | -2.5 | 2.5 | |
| ΔVOUT(ΔVI)线路调整率ΔVOUT(ΔIL) | | VOUT (名称) + 1V ≤ MIN ≤ 35V | 0.14 | | %输出电压 |
| 负载调整率 | | 1mA ≤ IOUT ≤ 1A | 0.4 | | %输出电压 |
| VDO | 压差电压 | VIN = 95% VOUT (名称) , IOUT = 500 mA | 290 | | 毫伏 |
| | | VIN = 95% VOUT (名称) , IOUT = 1 A | 325 | 800 | |
| ICL | 电流限制 | VOUT = 90% VOUT (名称) | 1900年 | | 嘛 |
| 地线 | 接地电流 | 输入输出= 0 毫安 | 210 | 350微安 | |
| | | 输入输出= 500 毫安 | 5 | | 嘛 |
| ISHDN | 关断电源电流 | VEN = +0.4V | 1 | 3 | 微安 |
| | | VEN = -0.4V | 1 | 3 | |
| IFB | 反馈电流(3) | | 14 | 100纳安 | |
| 一个 | 启用电流 | 星期五= MIN = VOUT(名称) +1V | 0.48 | 1 | 1微安 |
| | | VIN = VEN = -35V | 0.51 | | |
| | | VIN = -35V, VEN = +10V | 0.5 | 1 | |
| 来吧(+嗨) | 正使能高电平电压 | | 2 | 10V | |
| 来吧 (+LO) | 正使能低电平电压 | | 0 | 0.4V | |
| 来吧(-嗨) | 负使能高电平电压 | | 来 | -2V | |
| 来吧(-LO) | 负使能低电平电压 | | -0.4 | 0V | |
| 电压 | 输出噪声电压 | VIN = -3V, VOUT (标称值) = VREF, COUT = 22μF, CNR/SS = 10nF,BW = 10Hz 至 100kHz | 16 | | 微电压有效值 |
| 电源抑制比 | 电源抑制比 | VIN = -6.2V, VOUT (标称值) = -5V, COUT = 22μF, CNR/SS = 10nF, CFF (4) = 10nF,f = 10kHz | 72 | | D b |
| TSD | 热关断温度 | 关机,温度升高 | 170 | | °C |
| | | 复位,温度下降 | 150 | | °C |
| 泰杰 | 工作结温 | | -40 | 125 | °C |

(1) 在工作条件下, VIN ≤ 0 V, VOUT (标称值) ≤ VREF ≤ 0 V。在调节状态下, VIN ≤ VOUT (标称值) - |VDO|。IOOUT > 0 从 OUT 流向 IN。

(2) 为了确保空载条件下的稳定性,反馈电阻网络的电流需要等于或大于 5 μA。

(3) IFB > 0 流入器件。

(4) CFF是连接在 FB 和 OUT 引脚之间的前馈电容器。

6.6 $-40^{\circ}\text{C} \leq T_J \leq 125^{\circ}\text{C}$ 时的典型特性, |

$V_{IN} = |V_{OUT}(\text{标称值})| + 1\text{V}$ 或 $V_{IN} = 3\text{V}$ (以较大者为准), $V_{EN} = V_{IN}$, $I_{OUT} = 1\text{mA}$, $C_{IN} = 22\mu\text{F}$, $C_{OUT} = 22\mu\text{F}$, $C_{NR/SS} = 0\text{nF}$, 并且 FB 引脚连接到 OUT, 除非另有说明。

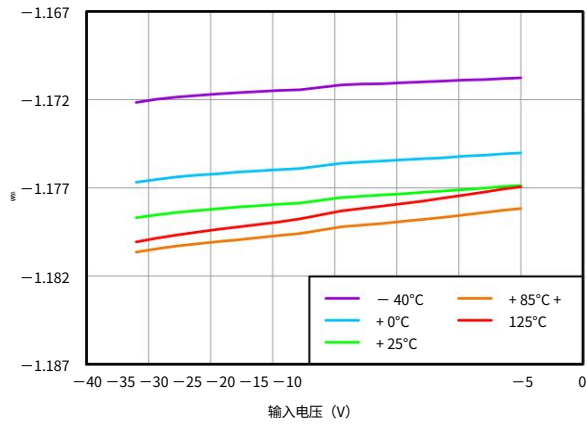


图 1. 反馈电压与输入电压

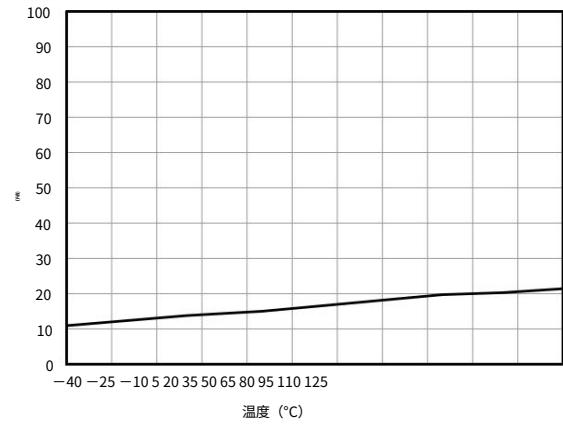


图 2. 反馈电流与温度的关系

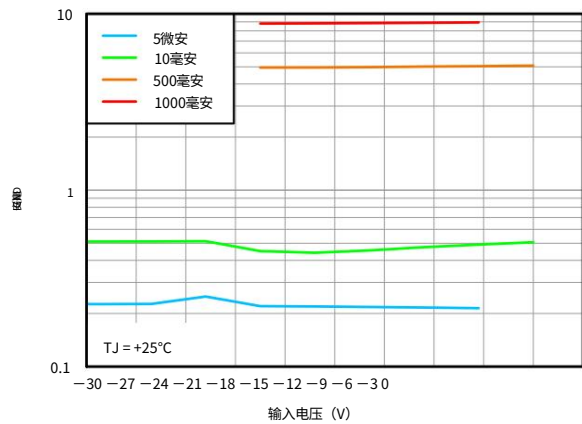


图 3. 接地电流与输入电压的关系

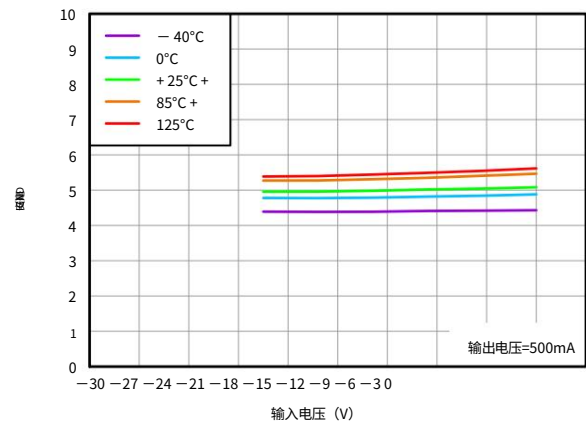


图 4. 接地电流与输入电压的关系

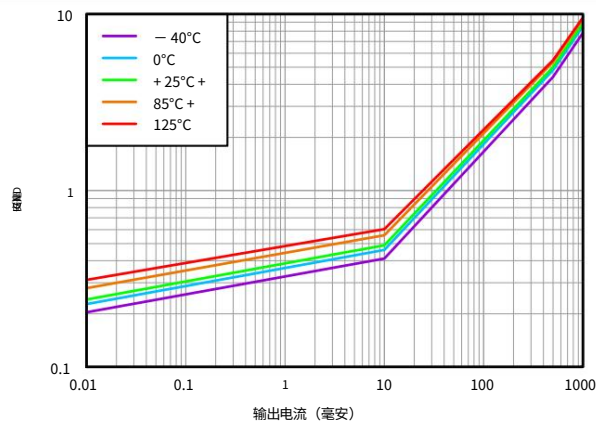


图 5. 接地电流与输出电流的关系

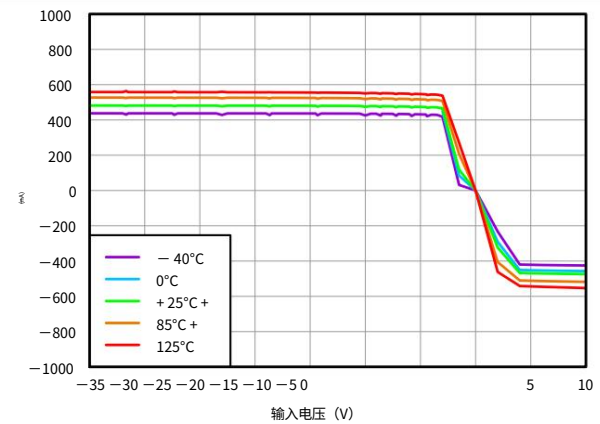


图 6. 使能电流与使能电压

TPS7A33

SBVS169D - 2011 年 12 月 - 2015 年 4 月修订

www.ti.com

典型特征 (续)

-40°C ≤ T_J ≤ 125°C 时, |V_{IN}| = |V_{OUT}| (标称值) + 1V 或 |V_{IN}| = 3V (以较大者为准), V_{EN} = V_{IN}, I_{OUT} = 1 mA, C_{IN} = 22 μF, C_{OUT} = 22 μF, C_{NR/SS} = 0 nF, 并且 FB 引脚连接到 OUT, 除非另有说明。

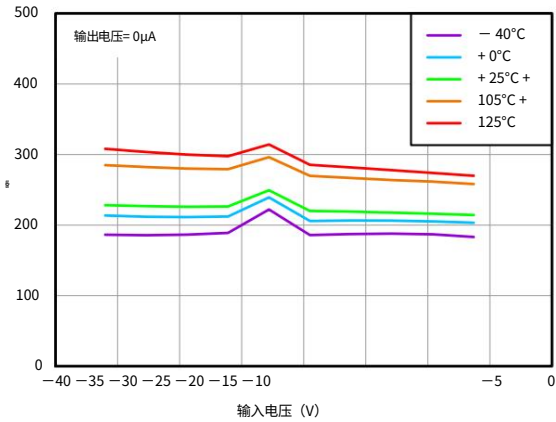


图 7. 静态电流与输入电压的关系

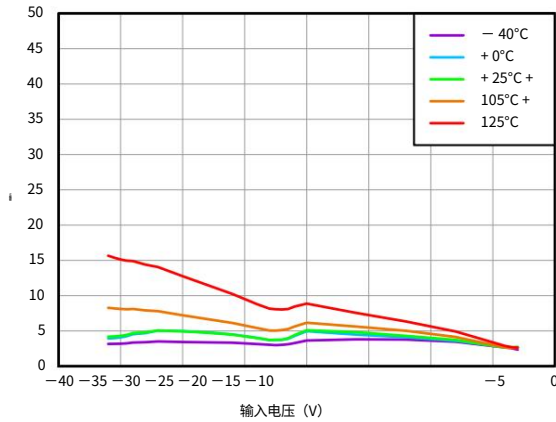


图 8. 关断电流与输入电压的关系

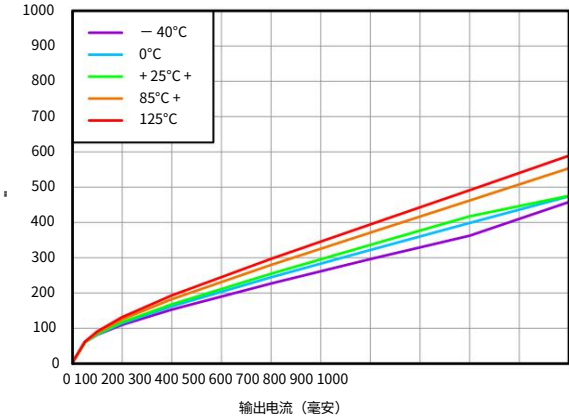


图 9. 压差与输出电流的关系

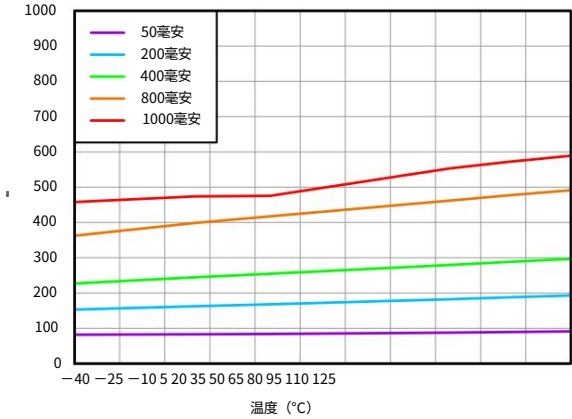


图 10. 压差与温度的关系

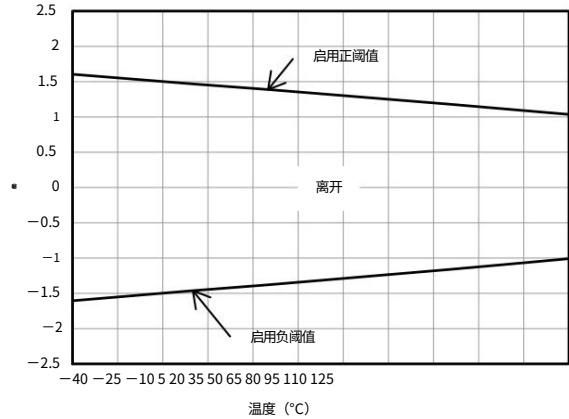


图 11. 启用阈值电压与温度的关系

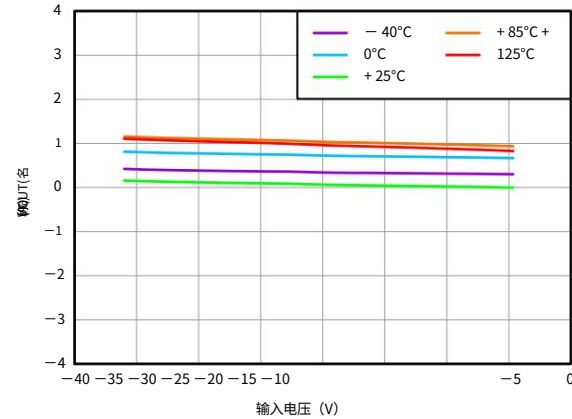


图 12. 线路调节

典型特征 (续)

$-40^{\circ}\text{C} \leq T_J \leq 125^{\circ}\text{C}$ 时, $|V_{IN}| = |V_{OUT}| (\text{标称值})| + 1\text{V}$ 或 $|V_{IN}| = 3\text{V}$ (以较大者为准), $V_{EN} = V_{IN}$, $I_{OUT} = 1\text{mA}$, $C_{IN} = 22\mu\text{F}$, $C_{OUT} = 22\mu\text{F}$, $C_{NR/SS} = 0\text{nF}$, 并且 FB 引脚连接到 OUT, 除非另有说明。

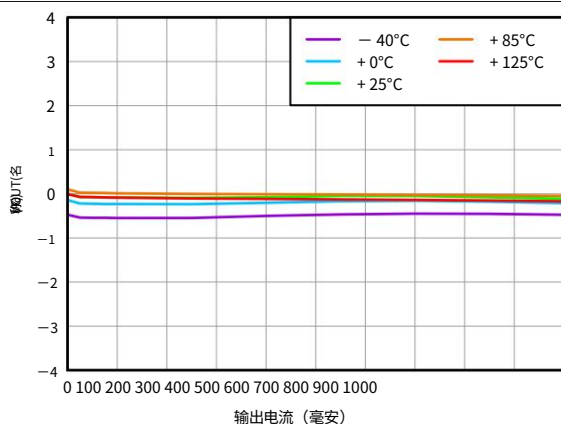


图 13. 负载调节

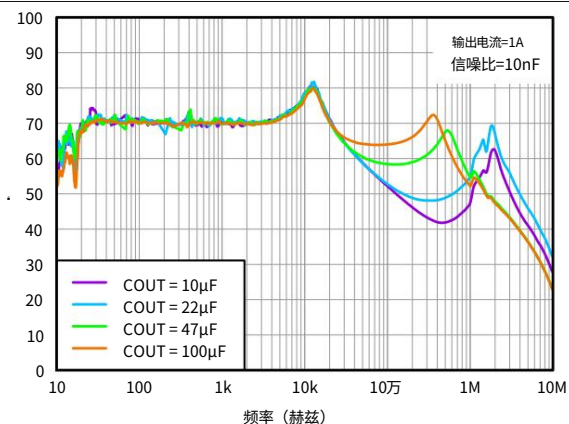


图 14. 电源抑制比与COUT 的关系

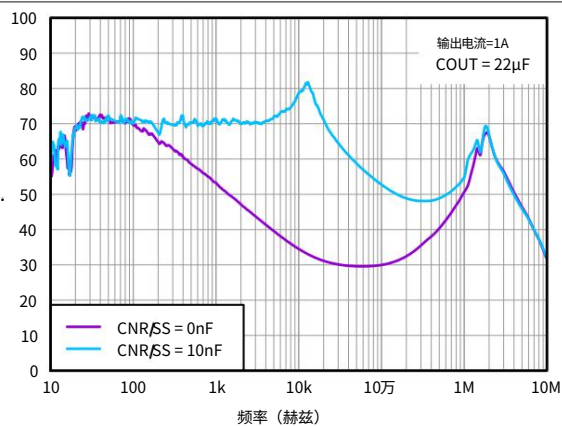


图 15. 电源抑制比与CNR/SS的关系

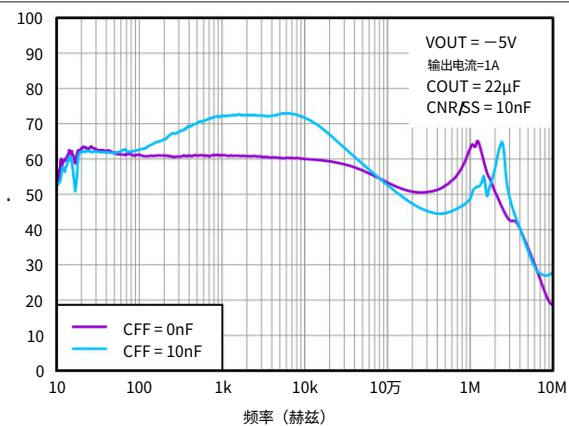


图 16. 电源抑制比与CFF 的关系

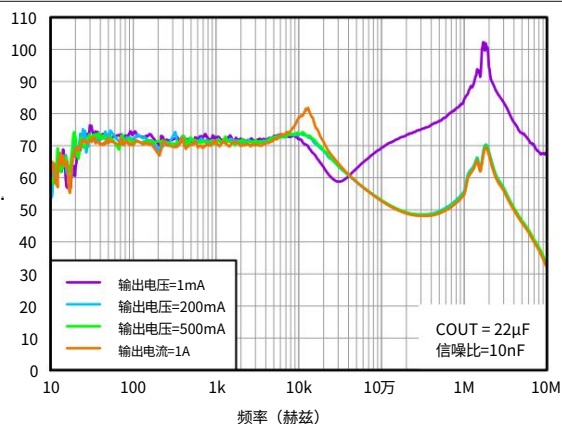


图 17. 电源抑制比与IOUT

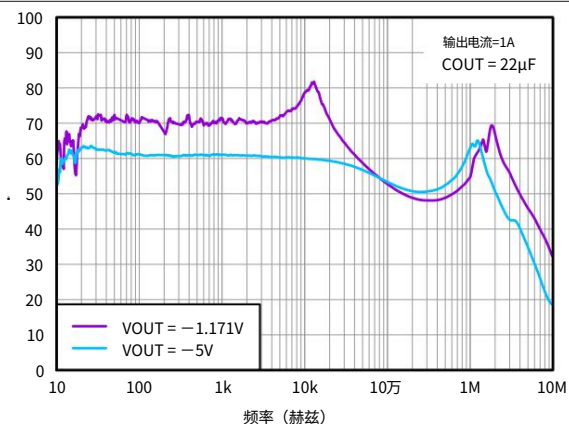


图 18. 电源抑制比与VOUT 的关系

TPS7A33

SBVS169D - 2011 年 12 月 - 2015 年 4 月修订

www.ti.com

典型特征 (续)

-40°C ≤ T_J ≤ 125°C 时, |VIN| = |VOUT (标称值)| + 1V 或 |VIN| = 3V (以较大者为准), VEN = VIN, IOUT = 1mA, CIN = 22μF, COUT = 22 μF, CNR/SS = 0 nF,并且 FB 引脚连接到 OUT,除非另有说明。

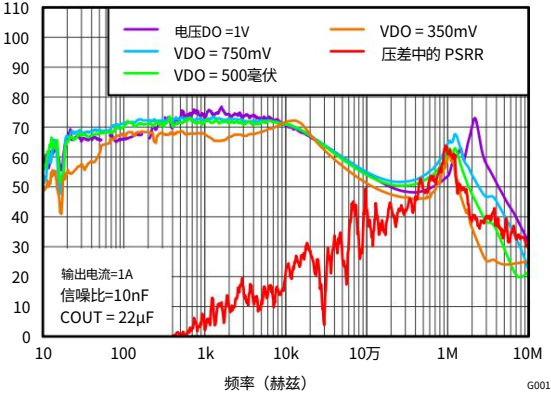


图 19. 电源抑制比与VDO 的关系

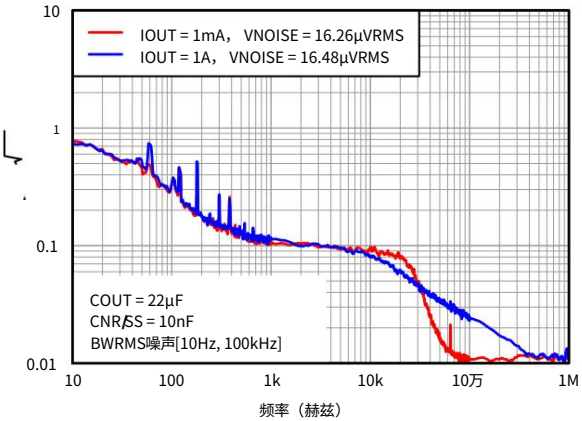


图 20. 输出频谱噪声密度与输出电流的关系

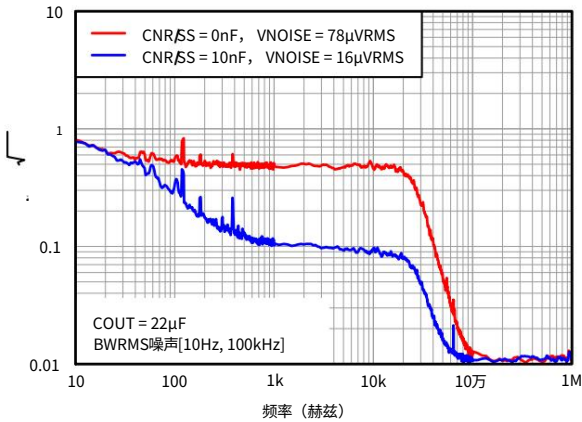


图 21. 输出频谱噪声密度与CNR/SS的关系

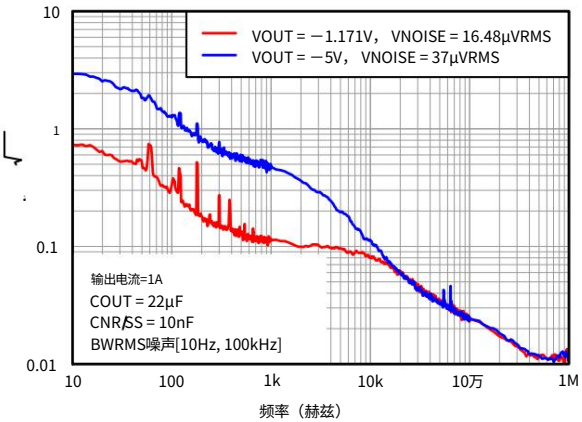


图 22. 输出频谱噪声密度与VOUT (标称值)的关系

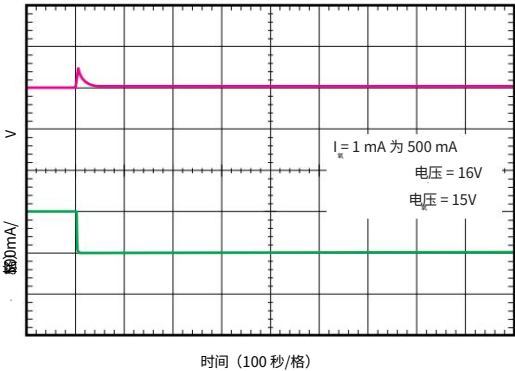


图 23. 负载瞬态

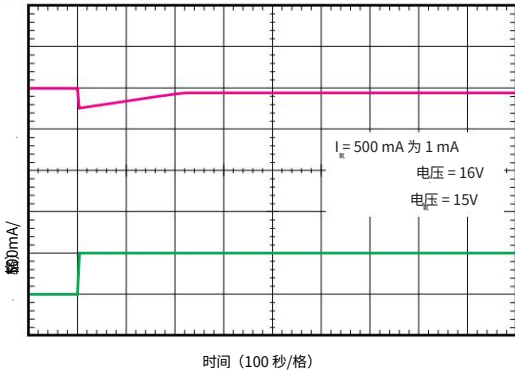


图 24. 负载瞬态

典型特征 (续)

$-40^{\circ}\text{C} \leq T_J \leq 125^{\circ}\text{C}$ 时, $|V_{IN}| = |V_{OUT}(\text{标称值})| + 1\text{V}$ 或 $|V_{IN}| = 3\text{V}$ (以较大者为准), $V_{EN} = V_{IN}$, $I_{OUT} = 1\text{mA}$, $C_{IN} = 22\mu\text{F}$, $C_{OUT} = 22\mu\text{F}$, $C_{NR/SS} = 0\text{nF}$, 并且 FB 引脚连接到 OUT, 除非另有说明。

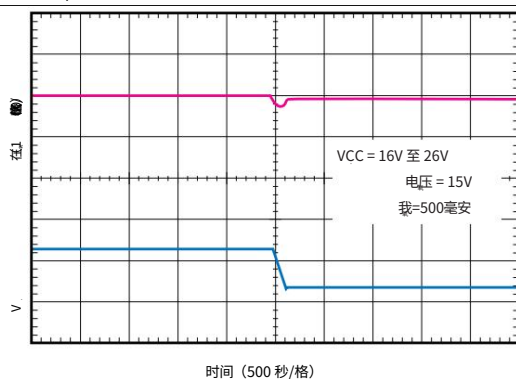


图 25. 线路瞬态

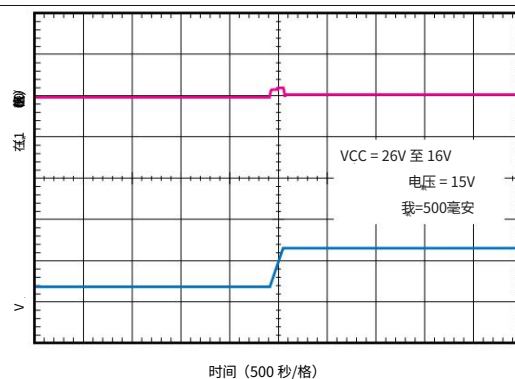


图 26. 线路瞬态

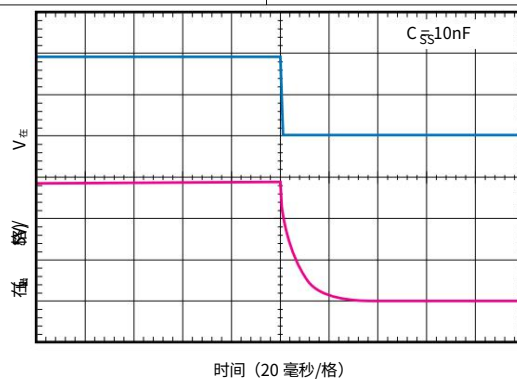


图 27. 电容可编程软启动

TPS7A33

SBVS169D – 2011 年 12 月 – 2015 年 4 月修订

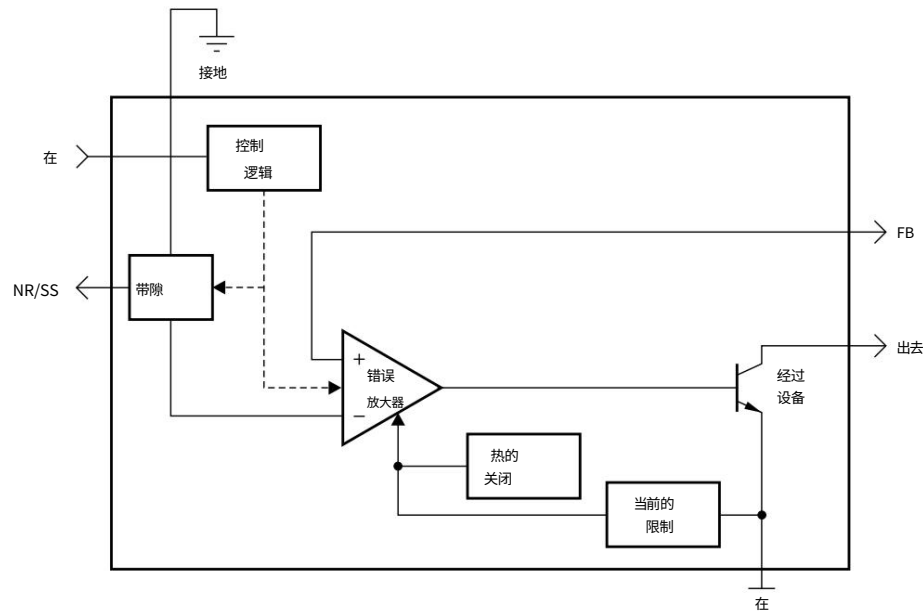
www.ti.com

7 详细说明

7.1 概述

TPS7A33 属于新一代线性稳压器系列,该系列采用创新的双极工艺,可在宽输入电压和电流范围内实现超低噪声和极高的 PSRR 水平。这些功能与具有外部散热器功能的高热性能 TO-220 封装相结合,使该器件成为高性能模拟应用的理想选择。

7.2 功能框图



7.3 特性说明

7.3.1 内部电流限制

TPS7A33xx 系列的固定内部电流限制有助于在故障情况下保护稳压器。器件可提供的最大电流量为电流限制（典型值为 1.9 A）,并且在很大程度上与输出电压无关。为了可靠运行,请勿长时间在电流限制下运行设备。

功能描述 (续)

7.3.2 使能引脚操作

TPS7A33 提供双极性使能引脚 (EN), 当 $|V_{EN}|$ 时打开稳压器 $> 2V$, 是否电压为正或负, 如图 28 所示。

此功能允许不同的系统电源管理拓扑; 例如:

- 将 EN 引脚直接连接至负电压, 例如 V_{IN} , 或
- 将 EN 引脚直接连接到正电压, 例如数字逻辑电路的输出。

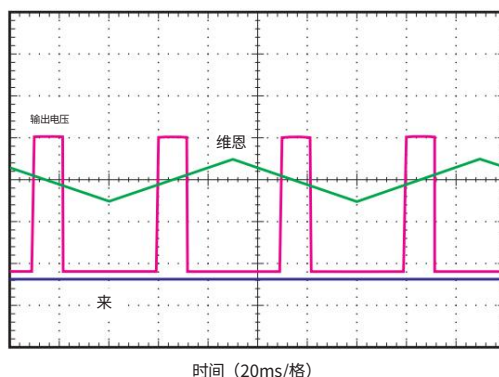


图 28. 使能引脚正阈值和负阈值

7.3.3 可编程软启动

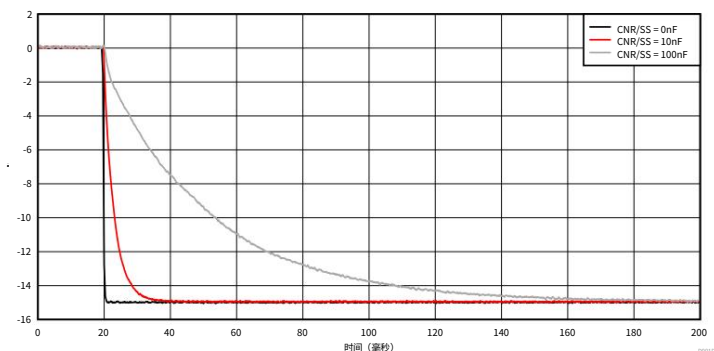
NR 电容器还充当软启动电容器, 以减慢输出的上升时间。产量上升使用 NR 电容器时, 时间由公式 1 控制。

$$t_{SS}(\text{毫秒}) = 1.2 C (\text{纳法})$$

(1)

在公式 1 中, t_{SS} 是软启动时间 (以毫秒为单位), CNR/SS 是 NR 引脚处的电容 (以纳法为单位)。

图 29 显示了启动电压波形与 CNR/SS 的关系。

图 29. 启动与 CNR/SS

7.3.4 热保护

当结温升至约 170°C 时, 热保护会禁用输出, 从而允许设备冷却。当结温冷却至大约 150°C 时, 输出电路被启用。根据功耗、热阻和环境温度, 热保护电路可能循环开启和关闭。这种循环限制了稳压器的耗散, 保护它免受损坏过热。

TPS7A33

SBVS169D – 2011 年 12 月 – 2015 年 4 月修订

www.ti.com

功能描述（续）

任何激活热保护电路的趋势都表明功耗过多或功率不足散热器。为了可靠运行,结温应限制在最高 125°C。来估计完整设计（包括散热器）中的安全边际,增加环境温度直到热保护被触发;使用最坏情况的负载和信号条件。为了获得良好的可靠性,热保护应该触发温度至少比特定应用的最大预期环境条件高 35°C。这配置在最高预期环境温度下产生 125°C 的最坏情况结温和最坏情况的负载。

TPS7A33 的内部保护电路旨在防止过载情况。它是无意取代适当的散热。连续运行 TPS7A33 会导致热关断性能下降装置的可靠性。

7.4 设备功能模式

7.4.1 正常运行

该器件在以下条件下调节至标称输出电压:

- 输入电压先前已超过 UVLO 上升电压且未降至 UVLO 以下下降阈值。
- 输入电压大于标称输出电压加上压差。
- $|I_{OUT}| > |I(HI)|$
- 输出电流小于电流限制。
- 器件结温低于规定的最大结温。

7.4.2 退出操作

如果输入电压幅度低于标称输出电压幅度加上指定压差电压幅值,但满足正常运行的所有其他条件,该器件在压差模式下运行。在这种情况下,输出电压幅度等于输入电压幅度减去压差电压幅度。器件的瞬态性能显着降低,因为通器件（作为双极结型晶体管 (BJT)）处于饱和状态,不再控制通过 LDO 的电流。线压差或负载瞬态可能导致较大的输出电压偏差。

7.4.3 禁用

该设备在以下情况下被禁用:

- $|I_{OUT}| < |I(HI)|$
- 器件结温高于热关断温度。

表 1 显示了导致不同操作模式的条件。

表 1. 器件功能模式比较

| 操作模式 | 范围 | | | |
|-------------------------|--|-----------------------|---------------|-----------------------------|
| | 来 | 维恩 | 输出电压 | 泰杰 |
| 正常模式 | $ I_{OUT} > \{ V_{OUT}(\text{标称值}) + V_{DO} , V_{IN}(\text{最小值}) \}$ | $ I_{OUT} > I(HI) $ | 出去 $< I_{CL}$ | 温度 $< 125^{\circ}\text{C}$ |
| 辍学模式 | $ I_{OUT} < \{ V_{OUT}(\text{标称值}) + V_{DO} \}$ | $ I_{OUT} > I(HI) $ | | $T_J < 125^{\circ}\text{C}$ |
| 禁用模式 (任何真实条件都会禁用该设备) | | $ I_{OUT} < I(HI) $ | | $T_J > 165^{\circ}\text{C}$ |



8 应用与实施

笔记

以下应用部分中的信息不属于 TI 组件的一部分规范,TI 不保证其准确性或完整性。 TI 的客户有负责确定组件对其用途的适用性。客户应该验证和测试其设计实现以确认系统功能。

8.1 申请信息

8.1.1 可调操作

TPS7A3301 的输出电压范围为–VREF至 –33V。器件的标称输出电压设置为通过两个外部电阻器,如图 32 所示。

可以使用公式2计算任何输出电压范围的R1和R2。以确保空载下的稳定性在VOUT > VREF的条件下,该电阻网络必须提供等于或大于 5 μA 的电流。

$$R = R1 \cdot 2 \left(\frac{\text{输出电压}}{\text{参考电压}} - 1 \right), \text{ 在哪里 } \frac{|V_{\text{参考值 (最大)}}|}{R2} \geq 5A$$

(2)

如果需要更高的电压精度,请考虑由于反馈而产生的输出电压偏移贡献引脚电流并使用 0.1% 容差的电阻器。

表 2显示了实现商业应用中一些最常见电源轨的电阻器组合
可用的 0.1% 容差电阻器可最大限度地提高标称电压精度,同时遵循中所示的公式等式2。

表 2. 公共电压轨的建议电阻

| 输出电压 (V) | R1 | R2 (千欧姆) | VOUT/(R1+R2) (μA) | 标称精度 |
|----------|--------|----------|-------------------|---------------|
| –1.171 | 0欧姆 | ∞ | 0 | ±1.5% |
| –1.8 | 76.8kΩ | 143 | 8.18 | ±(1.5%+0.08%) |
| –3.3 | 200kΩ | 110 | 10.64 | ±(1.5%+0.13%) |
| –5 | 332kΩ | 102 | 11.48 | ±(1.5%+0.5%) |
| –10 | 1.62兆欧 | 215 | 5.44 | ±(1.5%+0.23%) |
| –12 | 1.5兆欧 | 162 | 7.22 | ±(1.5%+0.29%) |
| –15 | 1.24兆欧 | 105 | 11.15 | ±(1.5%+0.18%) |
| –18 | 3.09兆欧 | 215 | 5.44 | ±(1.5%+0.19%) |
| –24 | 1.15兆欧 | 59 | 19.84 | ±(1.5%+0.21%) |

TPS7A33

SBVS169D – 2011 年 12 月 – 2015 年 4 月修订

www.ti.com

8.1.2 电容器建议

输入、输出、降噪和旁路电容器应使用低等效串联电阻 (ESR) 电容器。优选具有 X7R 和 X5R 电介质的陶瓷电容器。这些电介质提供更稳定的特性。陶瓷 X7R 电容器可提供改进的过热性能,而陶瓷 X5R 电容器最具成本效益,并且可提供更高的值。

注高

ESR 电容器可能会降低 PSRR 并影响稳定性。

8.1.3 输入和输出电容要求

TPS7A33 系列负高压线性稳压器可通过 10 μF 的最小输入和输出电容实现稳定性;然而,TI 强烈建议使用 47 μF 电容器以最大限度地提高交流性能。

8.1.4 降噪和前馈电容器要求

尽管不需要降噪(CNR/SS)和前馈(CFF)电容器来实现稳定性,但 TI 强烈建议使用 10nF 前馈电容器和 1 μF 降噪电容器,以最大限度地降低噪声和最大限度地提高交流性能。

前馈电容器还可以提供软启动效果,如应用笔记《使用带有低压差稳压器的前馈电容器的优点和缺点》[SBVA042](#)中详细介绍的(可从 TI 网站下载)。图 30 显示了在无CNR/SS、CFF = 10 nF、VIN = -16V 和VOUT = -15V 的情况下器件启动的情况。

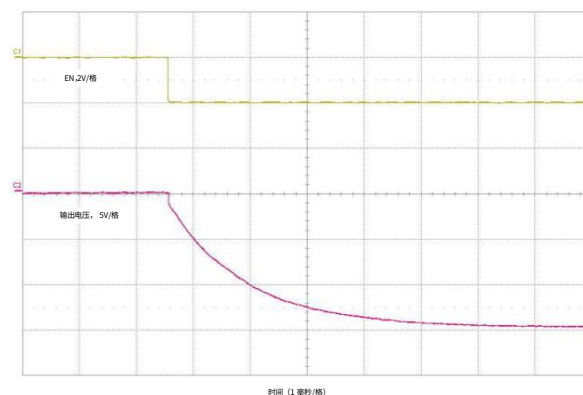


图 30. 使用前馈电容器启动

8.1.5 DC-DC 转换器后滤波

大多数时候,系统中可用的电压轨与其一个或多个电路所需的电压规格不匹配;这些电源轨必须根据具体的电压要求升高或降低。

当电流消耗不可忽略时,DC-DC 转换器是升压或降压电压轨的首选解决方案。这些器件具有高效率且产生的热量最少,但它们有一个主要缺点:它们在直流输出信号之上引入了高频分量以及相关的谐波。

如果没有正确过滤,这种高频成分会降低模拟电路的性能,并降低整个系统的准确度和精确度。

TPS7A33 提供宽带宽、极高的电源抑制比 (PSRR)。该规格使其成为 DC-DC 转换器后滤波的理想选择,如图31所示。TI 强烈建议使用图 32中所示的最大性能原理图。此外,请验证基频 (及其一次谐波,如果可能)是否在范围内稳压器 PSRR 的带宽,如图16 所示。

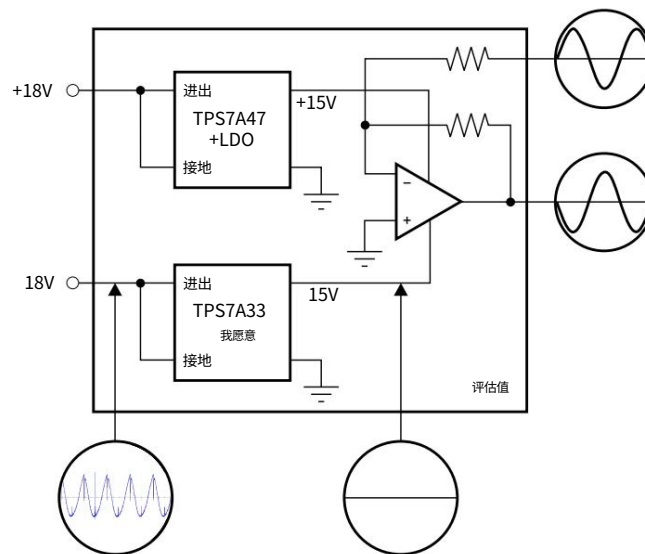


图 31. DC-DC 转换器后调节对高性能模拟电路的影响

8.1.6 音频应用

音频应用对 20 Hz 至 20 kHz 音频频段内的任何失真和噪声都极其敏感。这一严格的要求需要干净的电压轨来为关键的高性能音频系统供电。

TPS7A33 的音频频段具有极高的电源抑制比 (> 60 dB) 和低噪声,可最大限度地提高音频应用的性能;参见图 16。

8.1.7 最大交流性能

为了最大限度地提高噪声和 PSRR 性能,TI 建议使用 47 μ F 或更高的输入和输出电容器、100nF 降噪电容器和 10nF 前馈电容器,如图 32 所示。所示解决方案可提供最低的噪声水平 16 μ V_{RMS},电源抑制电平在 10 Hz 至 1 MHz 范围内高于 55 dB;参见图 19。

8.1.8 电源抑制 10nF 降噪电容器极大地改善

了 TPS7A33 电源抑制,对于 140 Hz 至 500 kHz 之间的频率实现高达 10 dB 的额外电源抑制。

此外,通过在 FB 引脚到 OUT 引脚之间添加一个 10nF 前馈电容器(CFF),可以最大限度地提高交流性能。该电容器极大地改善了较低频率 (100 Hz 至 100 kHz 频段)的电源抑制;参见图 15。

TPS7A33 的高电源抑制使其成为为高性能模拟电路供电的良好选择。

8.1.9 输出噪声

当使用降噪电容器(CNR/SS)时,TPS7A33 提供低输出噪声。

降噪电容器用作内部参考的滤波器。通过使用 10nF 降噪电容器,输出噪声降低了近 80% (从 80 μ V_{RMS} 到 17 μ V_{RMS}) ;参见图 21。

TPS7A33 的低输出电压噪声使其成为为噪声敏感电路供电的理想解决方案。

8.1.10 瞬态响应

与任何稳压器一样,增加输出电容器的尺寸可以减少过冲和下冲幅度,但会增加瞬态响应的持续时间。

TPS7A33

SBVS169D – 2011 年 12 月 – 2015 年 4 月修订

www.ti.com

8.1.11 精密模拟电源TPS7A33 的主要应用之

一是为高性能模拟电路提供超低噪声电压轨,以最大限度地提高系统精度。

TPS7A33 系列负高压线性稳压器为运算放大器、ADC、DAC 和音频放大器等高性能模拟电路提供超低噪声、正负电压轨。

由于高电压下的超低噪声水平,可以使用具有高电压输入电源的模拟电路。这一特性允许高性能模拟解决方案优化电压范围,从而最大限度地提高系统精度。

8.2 典型应用

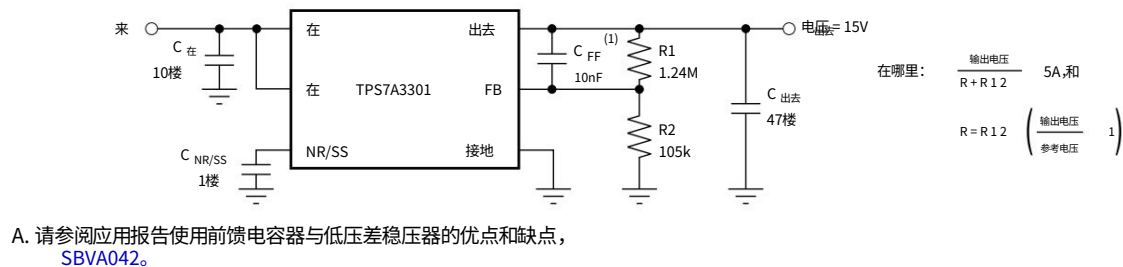


图 32. 可调节操作以获得最大交流性能

8.2.1 设计要求

本示例的设计目标是 $V_{IN} = -16V$ 、 $V_{OUT} = -15V$ 和 $I_{OUT} = \text{最大值 } 1A$ 。设计必须优化瞬态响应,并且输入电源来自同一印刷电路板 (PCB) 上的电源。

8.2.2 具体设计流程设计空间由 C_{IN} 、

C_{OUT} 、 C_{SS}/NR 、 $R1$ 、 $R2$ 和图 32 所示电路组成。

设计线性稳压器时的第一步是检查最大负载电流以及输入和输出电压要求,以确定是否可以满足器件的热和压差要求。在 1 A 电流下,TPS7A33xx 系列的过温输入压差最大为 800 mV;因此,压差余量足以在输入和输出电压精度范围内运行。请记住,在接近压差限制的情况下运行 LDO 会降低交流性能,但具有降低 LDO 功耗的好处。

线性稳压器中消耗的最大功率是调整元件从输入到输出的最大电压降乘以最大负载电流。在此示例中,传输元件中的最大电压降为 $(-16V) - (-15V)$,因此 $V_{DROP} = 1V$ 。传输元件中的功耗可通过将此电压降乘以最大负载电流来计算。对于本例,线性稳压器的最大功耗约为 1W,并且不包括 V_{BIAS} 轨消耗的功率。

一旦知道线性稳压器中的功耗,就可以计算出相应的结温升。要计算高于环境温度的结温升,必须将功耗乘以结到环境的热阻。有关热阻信息,请参阅[热信息](#)和[热性能和散热器选择](#)。对于本例,使用 RGW 封装,计算得出的最大结温升为 17.2°C。最大结温升的计算方法是将结温升加上最大环境温度 (85°C)。在此示例中,最大结温为 102.2°C。最大结温必须低于 125°C 才能可靠运行。额外的接地层、增加的散热孔和气流结合起来可以降低最高结温。

为了确保准确的输出电压,还必须找到 $R1$ 和 $R2$,并且通过这些电阻的电流必须大于 5 μA ,以确保器件中的泄漏不会影响精度。使用 1% 电阻器,并将 $R1$ 设置为 1 M Ω ,以最大程度地减少漏电流,同时继续将其保持在 5 μA 以上,然后使用[公式 3](#)计算 $R2$ 和分压器电流的正确值。

典型应用（续）

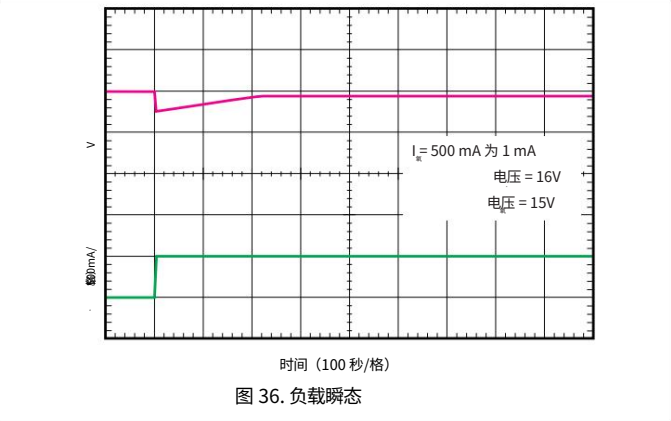
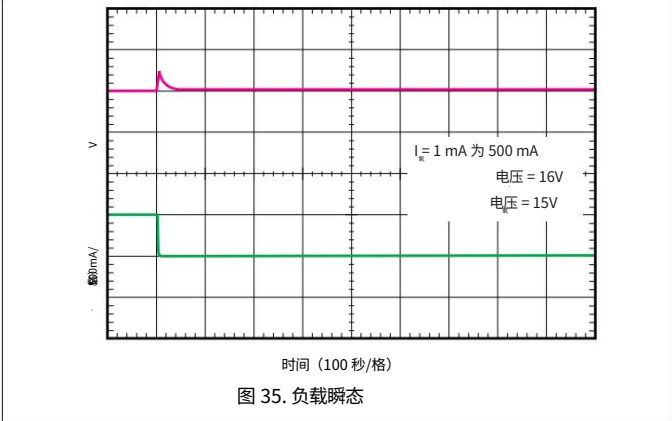
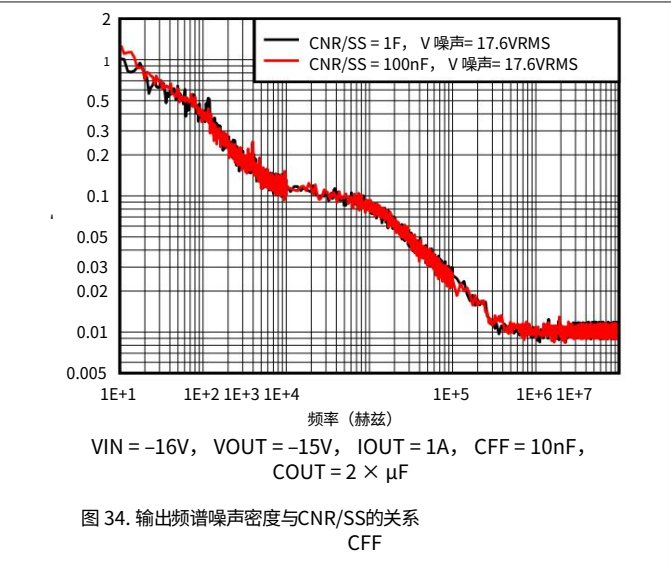
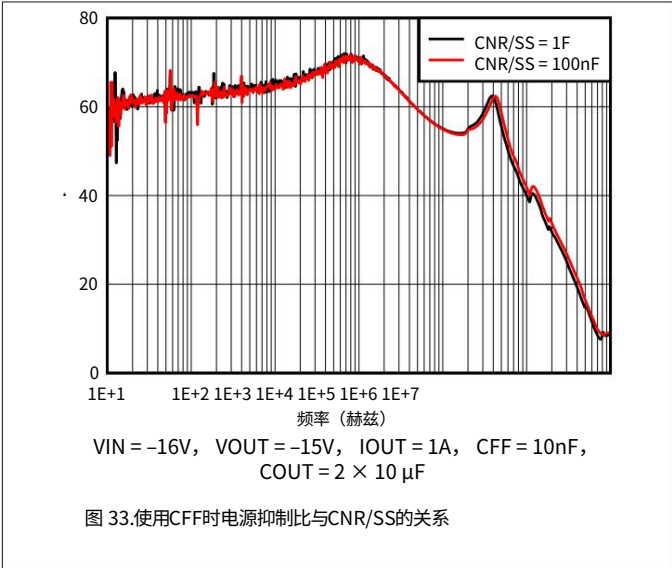
$$R2 = \frac{(R1V)}{\text{在 维维}} = 85 \text{ k 和我} \quad \text{分频器} = \frac{\text{在 氧}}{R1+R2} = 13.8 \text{ 安}$$

(3)

对于CIN,假设 -16 V 电源具有一定的电感,并且放置在距 PCB 几英寸的位置。
对于这种情况,选择一个 10μF 陶瓷输入电容器,以确保输入电感对于
调节器控制环路,同时还保持电容器的物理尺寸和成本较低,因为它是标准值电容器。对于交流性能, COUT设置为 20 μF, CFF设置为 10
nF, CNR设置为 100 nF
最佳噪声性能并最小化外部电容器的尺寸。

8.2.3 应用曲线

图 33和图 34分别显示了 PSRR 和频谱噪声密度的典型应用性能,
与带有CFF的CNR/SS相比。



TPS7A33

SBVS169D – 2011 年 12 月 – 2015 年 4 月修订

www.ti.com

典型应用 (续)

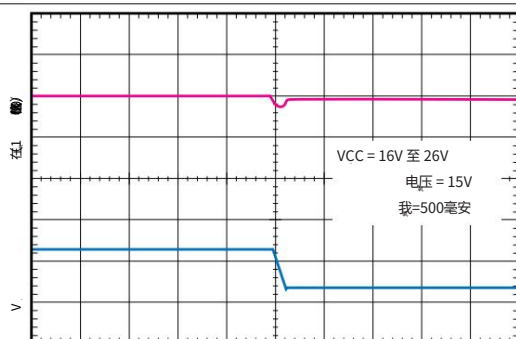


图 37. 线路瞬态

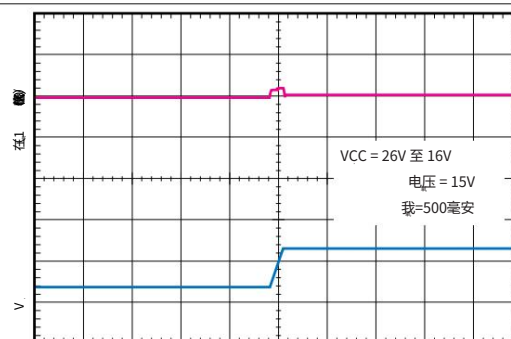


图 38. 线路瞬态

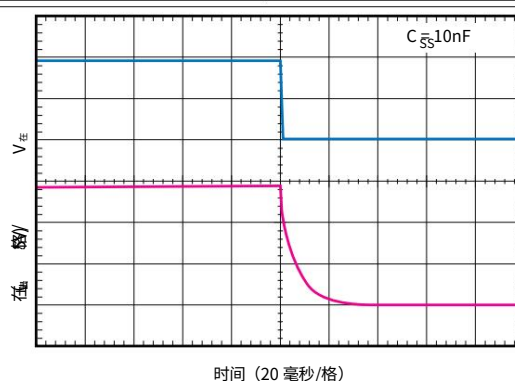


图 39. 电容可编程软启动

8.3 该做和不该做的事

放置至少一个低 ESR $10\ \mu\text{F}$ 电容器,尽可能靠近 IN 和 OUT 端子
调节器到GND引脚。

提供远离设备的足够的热路径。

请勿将输入或输出电容器放置在距离稳压器超过 10 mm 的地方。

不要超过绝对最大额定值。

不要悬空 EN 引脚。

请勿对 NR/SS 引脚施加电阻或电感负载。

9 电源建议

LDO 的输入电源必须处于建议的工作条件范围内 (–35V 至 –3V)。输入电压必须为器件提供足够的余量,以实现稳压输出。如果输入电源有噪声,额外的低 ESR 输入电容器可以帮助改善输出噪声性能。

10 布局

布局是良好电源设计的关键部分。传导快速变化电流或电压的多个信号路径可能与杂散电感或寄生电容相互作用,从而产生噪声或降低电源性能。为了帮助消除这些问题,应使用具有 X5R 或 X7R 电介质的低 ESR 陶瓷旁路电容器将 IN 引脚旁路至接地。

10.1 布局指南

10.1.1 提高 PSRR 和噪声性能

为了提高 PSRR、输出噪声和瞬态响应等交流性能,TI 建议设计具有单独的 IN、OUT 和 GND 平面的电路板。IN 和 OUT 平面应通过 GND 平面部分相互隔离。此外,输出电容器的接地连接应直接连接到器件的 GND 引脚。

必须最小化等效串联电感 (ESL) 和等效串联电阻 (ESR),以最大限度地提高性能并确保稳定性。每个电容器 (CIN、COUT、CNR/SS、CFF) 必须尽可能靠近器件放置,并与稳压器位于 PCB 的同一侧。

请勿将任何电容器放置在 PCB 上与稳压器安装位置相对的一侧。强烈建议不要使用过孔和长走线,因为它们可能会对系统性能产生负面影响,甚至导致不稳定。

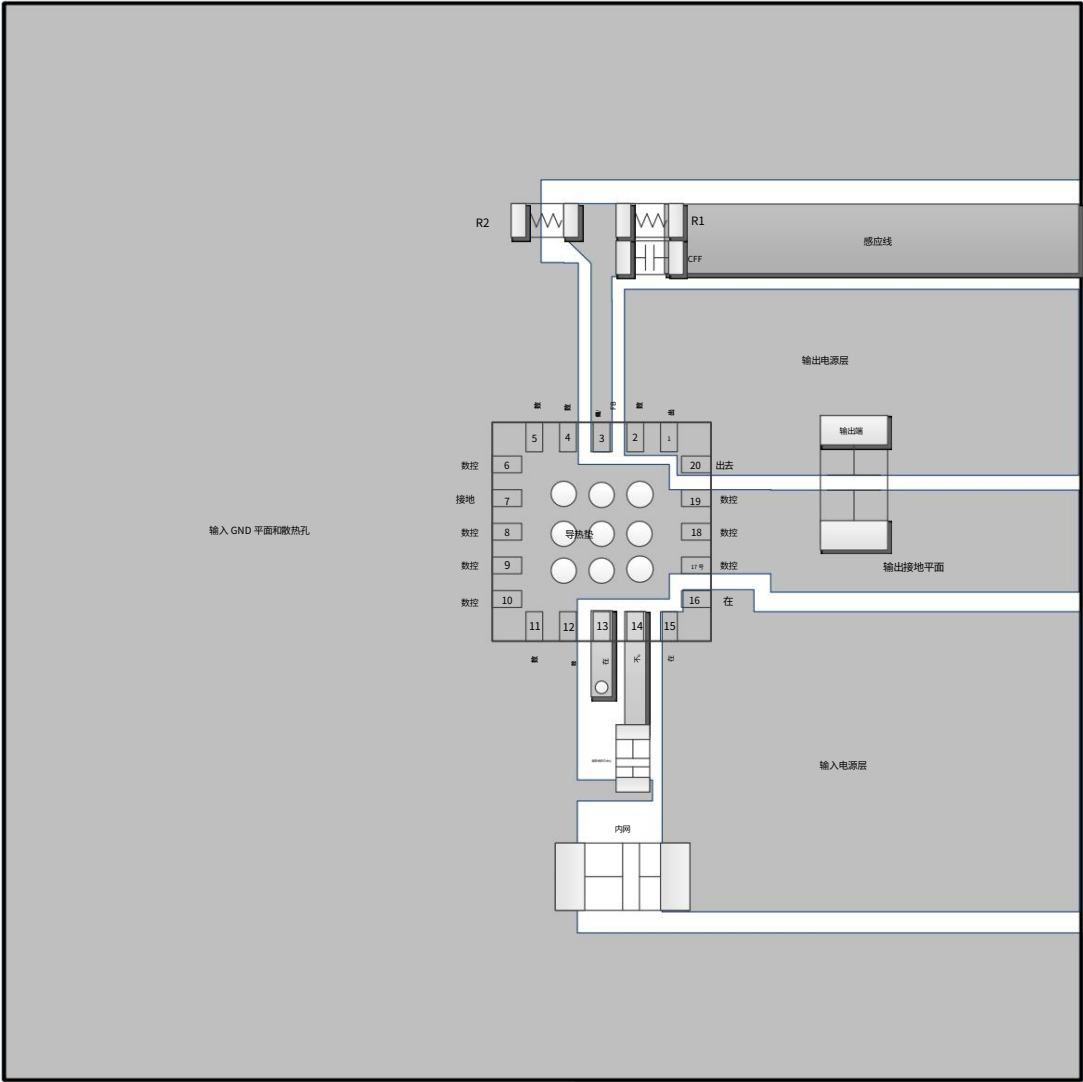
10.2 布局示例使用替代 PCB

布局可能会获得可接受的性能;然而,图 41 中所示的布局和图 42 中所示的示意图已被证明可以产生良好的结果,并且仅供参考。

TPS7A33

SBVS169D – 2011 年 12 月 – 2015 年 4 月修订

www.ti.com



比例 8:1 此图
显示 1x1 布局扩展至 3x3 或至少 2x2。

图 40. TPS7A33 5mm × 5mm QFN-20 布局指南

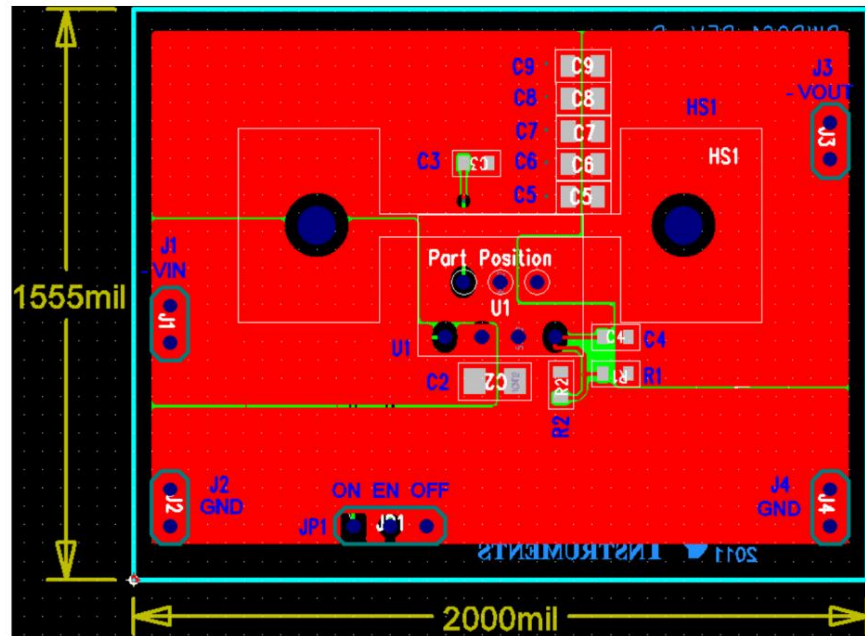


图 41. TPS7A33 TO-220 EVM PCB 布局示例:顶层

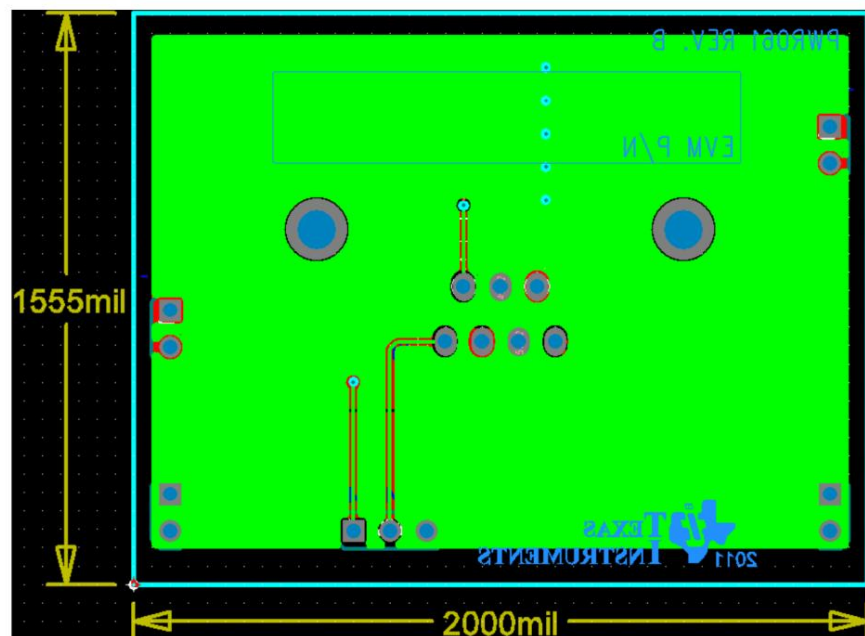


图 42. TPS7A33 TO-220 EVM PCB 布局示例:底层

TPS7A33

SBVS169D – 2011 年 12 月 – 2015 年 4 月修订

www.ti.com

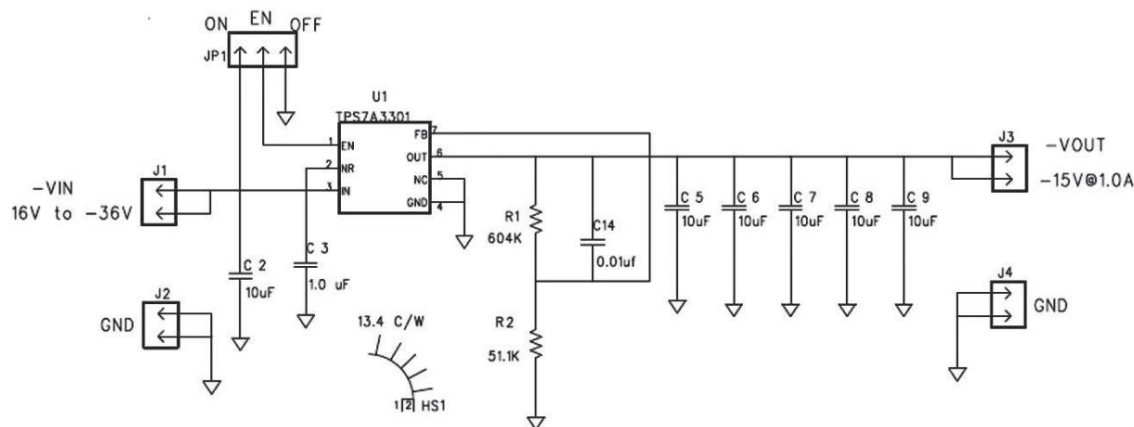


图 43. TPS7A33 TO-220 EVM PCB 布局示例原理图

10.3 热性能和散热器选择

TPS7A33 的主要应用是为高性能模拟电路提供超低噪声电压轨,以最大限度地提高系统精度。该稳压器的高电流和高电压特性意味着,设备本身通常会散发出高功率(热量)。如果这些热量消散到 PCB 中(如 SMT 封装的情况),则会在周围区域产生温度梯度,导致附近的组件对这种温度变化(漂移)做出反应。在高性能系统中,这种漂移可能会降低整个系统的准确度和精确度。

与表面贴装封装相比,TO-220 (KC) 封装允许使用外部散热器来最大限度地提高热性能并防止热量散发到 PCB 中。

器件产生的热量是功耗的结果,功耗取决于输入电压和负载条件。功耗(PD)可以通过计算输出电流乘以输出传输元件上的电压降的乘积来估算,如公式4所示:

$$P_D = (V_{IN} - V_{OUT}) \times I_{OUT} \quad (4)$$

热量通过许多路径从设备流向周围空气,每条路径都代表热流的阻力;这种效应称为热阻。

系统的总热阻定义为: $\theta_{JA} = (T_J - T_A) / P_D$;其中: θ_{JA} 是热阻(以 $^{\circ}\text{C}/\text{W}$ 为单位), T_J 是器件允许的结温(以 $^{\circ}\text{C}$ 为单位), T_A 是环境冷却空气的最高温度(以 $^{\circ}\text{C}$ 为单位), P_D 是设备消耗的功率(热量)(以 W 为单位)。

每当安装散热器时,总热阻(θ_{JA})是设备通过其外壳和散热器到达环境冷却空气的所有单独电阻的总和($\theta_{JA} = \theta_{JC} + \theta_{CS} + \theta_{SA}$)。

实际上,只能控制两个电阻: θ_{CS} 和 θ_{SA} 。因此,对于已知 θ_{JC} 的器件, θ_{CS} 和 θ_{SA} 成为选择散热器时的主要设计变量。

外壳和散热器之间的热界面(θ_{CS})通过选择正确的导热材料来控制。选择 θ_{CS} 后,可通过以下公式计算从散热器到环境所需的热阻: $\theta_{SA} = [(T_J - T_A) / P_D] - [\theta_{JC} + \theta_{CS}]$ 。该信息允许为任何特定应用选择最合适的散热器。

10.4 封装安装TO-220 (KC) 7 引脚直形

封装引脚间距在不弯曲引脚的情况下创建合适的 PCB 封装时提出了挑战。元件成型钳可用于手动将封装引线弯曲成 7 引线交错图案,增加引线间距,更易于使用。

TPS7A33 评估板布局可用作合适 PCB 封装的指南,可从www.ti.com 获取。请参阅[TPS7A3301EVM-061 用户指南](#)了解更多信息。

11 设备和文档支持

11.1 设备支持

11.1.1 开发支持

11.1.1.1 评估模块

评估模块 (EVM) 可帮助使用 TPS7A33 进行初始电路性能评估。
TPS7A3301EVM -061 评估模块 (以及相关的[用户指南](#))可通过产品文件夹在 TI 网站上索取或直接从[TI eStore](#) 购买。

11.1.1.2 Spice 模型

在分析模拟电路和系统的性能时,使用 SPICE 对电路性能进行计算机仿真通常很有用。TPS7A33 的 SPICE 模型可通过 “工具和软件”选项卡下的产品文件夹获得。

11.1.2 器件命名法

表 3. 器件命名规则(1)

| 产品 | 输出电压 |
|---------------|--|
| TPS7A3301YYYZ | YYY是包指示符。 Z是卷带数量 (R = 3000,T = 250) 。 |

(1) 有关最新封装和订购信息,请参阅本文档末尾的封装选项附录,或参阅 TI 网站www.ti.com。

11.2 文档支持

11.2.1 相关文档

有关相关文档,请参阅以下内容 (可从www.ti.com 下载) : 使用带有低压差稳压器的前馈电容器的优点和缺点, [SBVA042](#) · TPS7A3301EVM-061 评估模块用户指南, [SLVU602](#)

11.3 商标

所有商标均为其各自所有者的财产。

11.4 静电放电注意事项



这些器件的内置 ESD 保护有限。在储存或搬运过程中,应将引线短接在一起或将器件放置在导电泡沫中,以防止静电损坏 MOS 栅极。

11.5 术语表

[SLYZ022](#) TI 术语表。

本术语表列出并解释了术语、首字母缩略词和定义。

TPS7A33

SBVS169D – 2011 年 12 月 – 2015 年 4 月修订

www.ti.com

12 机械、包装和可订购信息

以下页面包括机械、包装和可订购信息。这个信息是最指定设备可用的当前数据。该数据如有更改,恕不另行通知和修订这个文件。有关此数据表的基于浏览器的版本,请参阅左侧导航。



套餐选项附录

包装信息

| 可订购设备 | 地位 (1) | 封装类型 封装 | 绘画 | 引脚封装 | 数量 | 生态计划 (2) | 引线表面处理/ 球材质 (6) | MSL 峰值温度 (3) | 温度 (°C) | 设备标记 (4/5) | 样品 |
|---------------|-----------|---------|-------------|------|----------|-------------|-----------------------|------------------------|---------|---------------|---------|
| TPS7A3301RGWR | 积极的 | 超薄型QFN | RGW 20 3000 | RoHS | 和绿色环保 | | NIDPAU | 级别-2-260C-1 年-40 至 125 | | PXQQ | Samples |
| TPS7A3301RGWT | 积极的 | 超薄型QFN | RGW 20 | | 250 RoHS | 和绿色环保 | NIDPAU | 级别-2-260C-1 年-40 至 125 | | PXQQ | Samples |

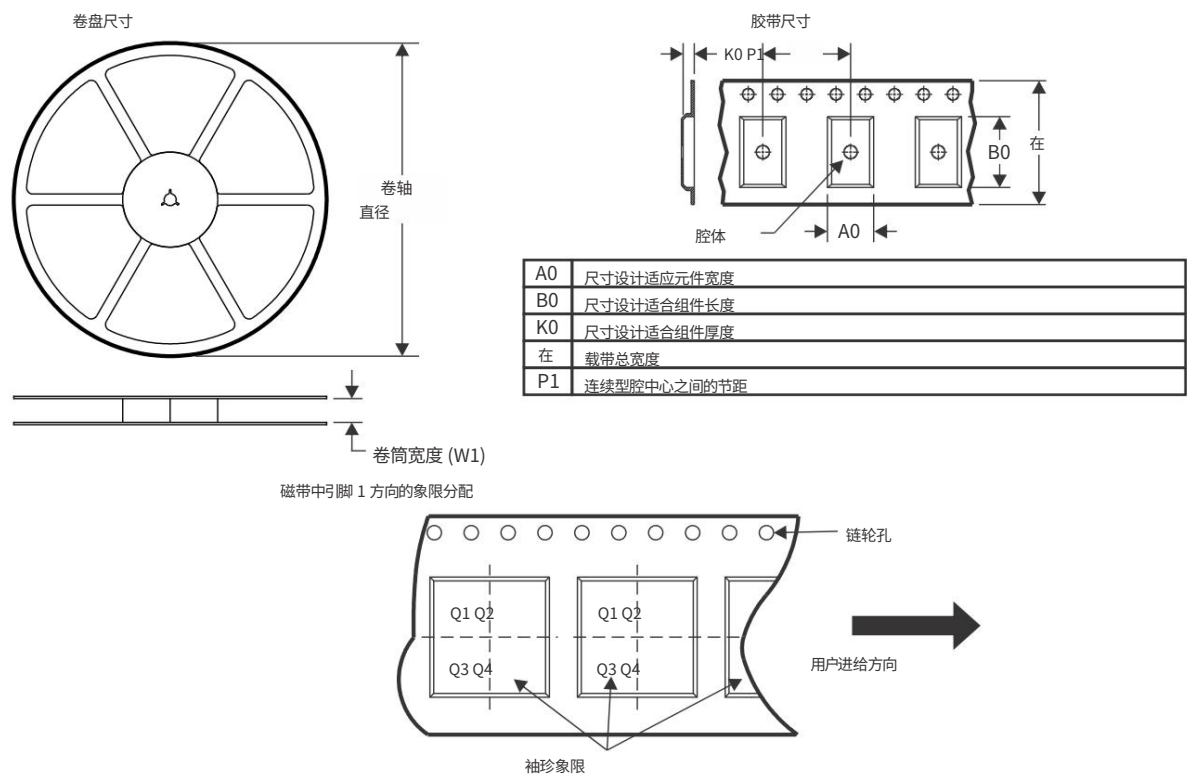
- (1) 营销状态值定义如下：
活动 :推荐用于新设计的产品器件。
LIFEBUY: TI 已宣布该器件将停产 ,并且终身购买期生效。
NRND :不建议用于新设计。该器件已投入生产以支持现有客户 ,但 TI 不建议在新设计中使用该部件。
预览 :设备已发布 ,但尚未投入生产。样品或提供或不提供。
已过时: TI 已停止生产该器件。
- (2) RoHS: TI 将 “RoHS”定义为符合当前欧盟 RoHS 对所有 10 种 RoHS 物质的要求的半导体产品,包括 RoHS 物质的要求在均质材料中不得超过 0.1%（按重量计）。如果设计为在高温下焊接，“RoHS”产品适用于指定的无铅工艺。 TI 可能将这些类型的产品称为 “无铅” 。
RoHS 豁免: TI 将 “RoHS 豁免”定义为含有铅但根据特定的 EU RoHS 豁免符合 EU RoHS 的产品。
绿色: TI 将 “绿色”定义为氯 (Cl) 和溴 (Br) 基阻燃剂的含量满足 JS709B 低卤素要求 <=1000ppm 阈值。三氧化铋基阻燃剂还必须满足 <=1000ppm 阈值要求。
- (3) MSL,峰值温度。 - 根据 JEDEC 行业标准分类的湿度敏感度等级以及峰值焊接温度。
- (4) 可能还有与设备上的徽标、批次跟踪代码信息或环境类别相关的附加标记。
- (5) 多个设备标记将位于括号内。设备上只会出现一个包含在括号中并用 “~”分隔的设备标记。如果一行缩进,那么它是一个延续前一行的内容和两者的组合代表该设备的整个设备标记。
- (6) 引线表面处理/球材料 - 可订购器件可能有多种材料表面处理选项。完成选项由垂直格线分隔。引线表面/球材料值可能会变为 2 如果完成值超过最大列宽 ,则行。

重要信息和免责声明:本页提供的信息代表 TI 截至提供之日的知识和信念。 TI 将其知识和信念建立在信息的基础上由第三方提供 ,并对此类信息的准确性不作任何陈述或保证。我们正在努力更好地整合第三方信息。 TI 已采取并继续采取合理措施提供有代表性和准确的信息 ,但可能没有对进货材料和化学品进行破坏性测试或化学分析。 TI 和 TI 供应商认为某些信息是专有的 ,因此 CAS 编号和其他有限信息可能无法发布。

在任何情况下 ,TI 因此类信息而承担的责任均不超过 TI 每年向客户出售的本文档中涉及的 TI 部件的总购买价。



卷带信息

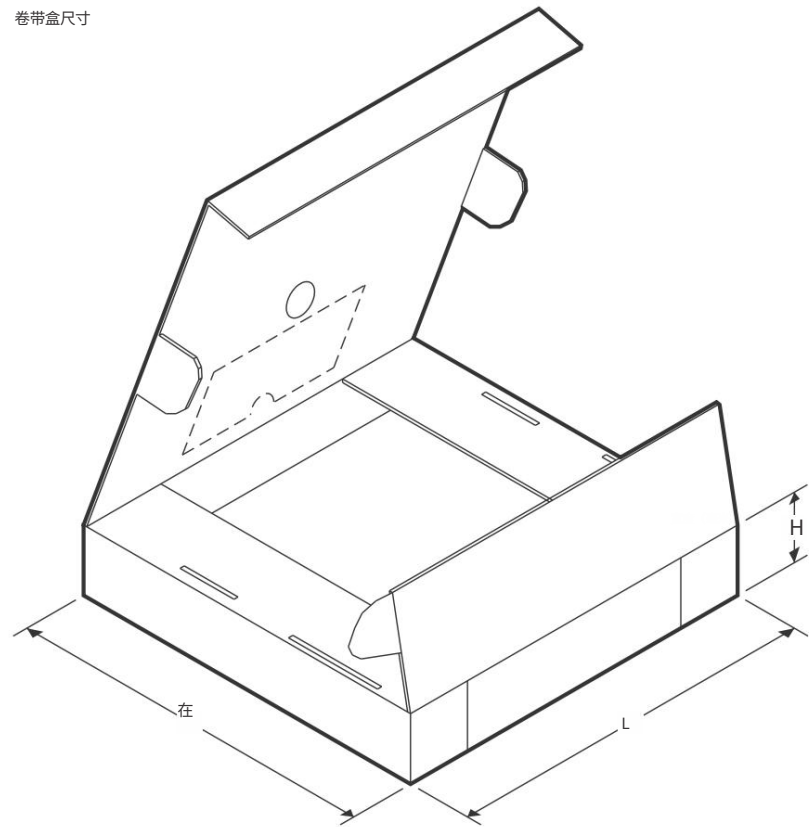


*所有尺寸均为标称尺寸

| 设备 | 包裹 类型 | 包裹 绘画 | 插针 SP | Q 卷盘 | 直径 (毫米) | 卷轴 宽度 宽1 (毫米) | A0 (毫米) | B0 (毫米) | K0 (毫米) | P1 (毫米) | 在 (毫米) | 引脚1 象限 |
|------------------------|----------|----------|-------|------|------------|---------------------|------------|------------|------------|------------|-----------|-----------|
| TPSTA3301RGWR VQFN RGW | 20 3000 | | | | 330.0 | 12.4 | 5.3 | 5.3 | 1.1 | 8.0 | 12.0 | Q2 |
| TPSTA3301RGWT VQFN RGW | 20 | | | 250 | 180.0 | 12.4 | 5.3 | 5.3 | 1.1 | 8.0 | 12.0 | Q2 |



卷带盒尺寸



*所有尺寸均为标称尺寸

| 设备 | 封装类型 | 封装图 | 引脚 | SPQ | 长度 (mm) | 宽度 (mm) | 高度 (mm) | |
|---------------|--------|-----|----|-----|---------|---------|---------|------------------|
| TPS7A3301RGWR | 超薄型QFN | | | | RGW | 20 | 3000 | 346.0 346.0 33.0 |
| TPS7A3301RGWT | 超薄型QFN | | | | RGW | 20 | 250 | 210.0 185.0 35.0 |

通用包视图

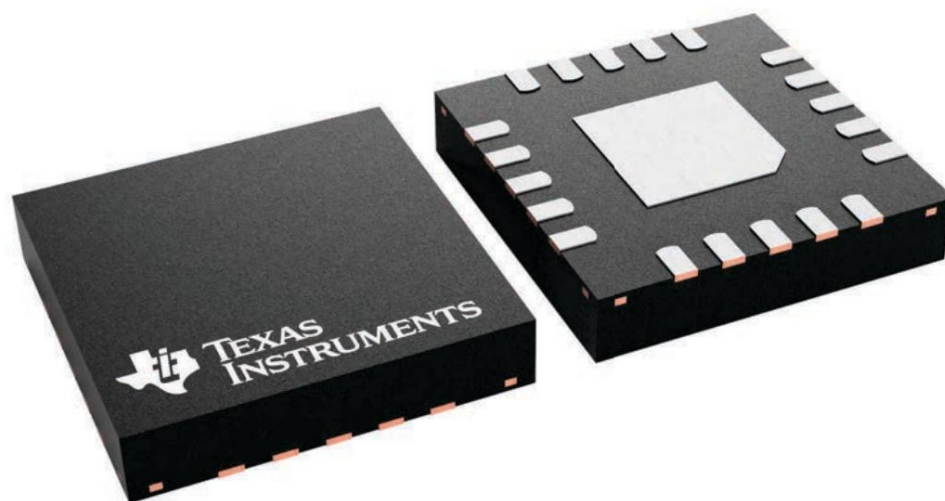
RGW 20

VQFN - 最大高度 1 毫米

5 x 5, 0.65 毫米间距

塑料四方扁平包装 - 无铅

此图像是封装系列的代表,实际封装可能有所不同。
有关包装详细信息,请参阅产品数据表。



重要通知及免责声明

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、Web 工具、安全信息和其他资源

且不承担所有错误,并否认所有明示和默示的保证,包括但不限于对适销性、特定用途的适用性或不侵犯第三方知识产权的任何默示保证。

这些资源面向使用 TI 产品进行设计的熟练开发人员。您全权负责 (1) 为您的应用选择合适的 TI 产品,(2) 设计、验证和测试您的应用,以及 (3) 确保您的应用符合适用标准以及任何其他安全、安保、监管或其他要求。

这些资源如有更改,恕不另行通知。TI 授予您使用这些资源的权限,仅用于开发使用资源中描述的 TI 产品的应用程序。禁止以其他方式复制和展示这些资源。未向任何其他 TI 知识产权或任何第三方知识产权授予任何许可。对于因使用这些内容而产生的任何索赔、损害、费用、损失和责任,TI 不承担任何责任,并且您将全额赔偿 TI 及其代表。

资源。

TI 的产品按照TI 的销售条款提供或ti.com上提供的其他适用条款或与此类 TI 产品一起提供。TI 提供的这些资源不会扩大或以其他方式改变 TI 对 TI 产品的适用保证或保证免责声明。

TI 反对并拒绝您可能提出的任何附加或不同条款。

邮寄地址： Texas Instruments, Post Office Box 655303, Dallas, Texas 75265
版权所有 © 2024,德州仪器公司