EVM User's Guide: TPS4141Q1EVM

TPS4141-Q1 评估模块

说明

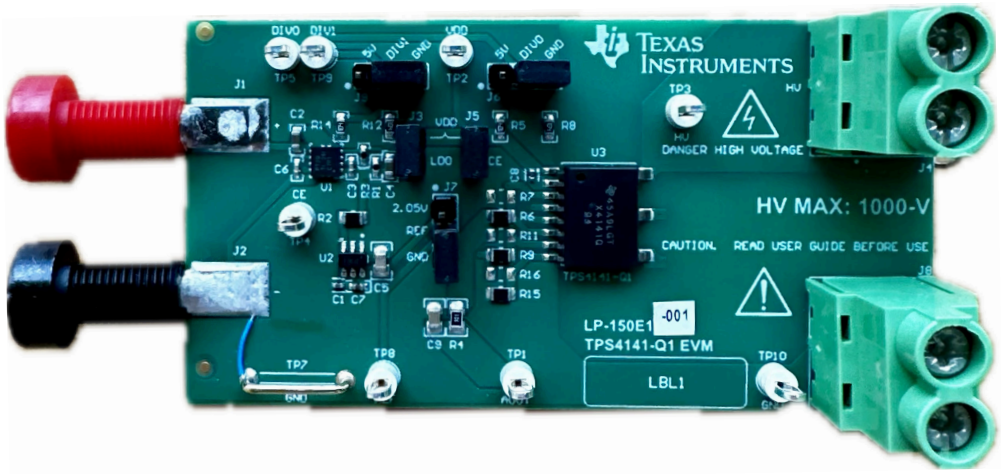
TPS4141Q1EVM 是包含多个测试点和跳线的硬件评估模块 (EVM)，用于全面评估器件的性能和功能。该评估模块包含测试和评估 TPS4141Q1 所需的一切功能，测试和评估之后就可将 TPS4141Q1 集成到大型应用的电源系统设计中。TPS4141Q1EVM 可单独使用，也可选择与外部微控制器配对使用，用于驱动器件的使能和配置逻辑信号。通过使用这个评估模块，可以启用和查看一系列完整的应用功能，例如用于优化 ADC 性能的可调检测电压增益和双向电压监测。此 EVM 组装了采用 SOIC 封装的 TPS4141Q1。

特性

- 用于 VDD 电源轨和芯片使能电源的板载 5V LDO 稳压器
- 用于优化 ADC 性能的可配置放大器增益设置
- 可配置的双向和单向电压监测模式
- 可支持双向电压监测的板载 2.05V 电压基准
- 每个引脚和电压电源都有测试点，用于验证功能是否正常
- 用于通过外部微控制器有选择地驱动控制信号的可重用测试点
- 用于轻松进行高压电路板有线连接的端子块

应用

- 混合动力、电动和动力传动系统
- 电池管理系统 (BMS)
- 车载充电器
- 直流链路预充电电压测量
- 太阳能
- 电动汽车充电器 (EV)



TPS4141Q1EVM

English Document: SLVUD18
Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated

1 评估模块概述

1.1 引言

TPS4141-Q1 是一款高压监测器件，专为汽车和工业应用而设计。TPS4141-Q1 将精密匹配的薄膜 SiCr 电阻分压器与可编程增益放大器紧密集成，用于检测需要在 -1kV 至 1kV 范围内进行精确测量的系统电压。该器件的高压 (HV) 检测引脚可以通过集成的高压开关与更广泛的系统无缝连接和断开，并且在断开时，这些开关还提供单向电流阻断功能。TPS4141-Q1 的标称 HV 至 GND 电阻为 30MΩ，可实现更节能的 HV 检测，且该检测功能经过优化，适用于通过放大器的可编程增益设置来调整的各种模数转换器满量程电压，这些增益设置可通过 DIV0 和 DIV1 引脚进行选择。

TPS4141Q1EVM 可帮助设计人员评估 TPS4141-Q1 的运行情况和性能。TPS4141-Q1 是一款紧凑型 -1kV:1kV 高压监测器。电路板的输入和输出连接是端子块，可轻松实现有线连接。TPS4141Q1EVM 包含多个测试点，用于监测 TPS4141-Q1 的功能。本用户指南介绍了该 EVM 的连接器、测试点描述、工作模式、原理图、物料清单和电路板布局布线。

警告

请勿使用 EVM 在高于 V_{IOWM} = 1414V_{DC} 高电压的条件下测试隔离性

小心

表面高温。接触会导致烫伤。请勿触摸！

小心

使用前先阅读用户指南。

小心

在无人看管的情况下，请勿让 EVM 处于通电状态。

English Document: SLVUD18
Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated

1.2 套件内容

表 1-1. 套件内容

物品	数量
TPS4141Q1EVM	1

1.3 规格

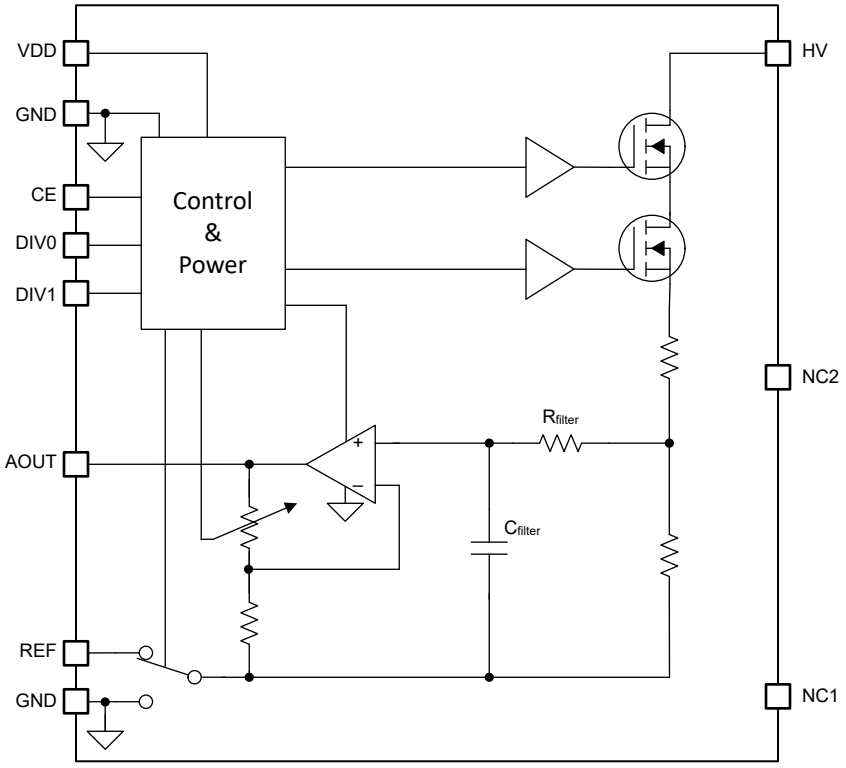


图 1-1. TPS4141-Q1 功能方框图

1.4 器件信息

表 1-2. 器件信息

器件型号	封装	本体尺寸（标称值）
TPS4141-Q1	SOIC 11 引脚（DWQ）	10.3mm × 7.5mm

English Document: SLVUD18
Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated

通用德州仪器 (TI) 高压评估模块 (TI HV EVM) 用户安全指南

务必遵循 TI 的设置和应用说明，包括在建议的电气额定电压和功率限制范围内使用所有接口元件。务必采取电气安全防护措施，这样有助于确保自身和周围人员的人身安全。如需了解更多信息，请联系 TI 的产品信息中心，网址为 http://ti.com/customer support。

保存所有警告和说明以供将来参考。

警告

务必遵循警告和说明，否则可能引发电击和灼伤危险，进而造成财产损失或人员伤亡。

TI HV EVM 一词是指通常以开放式框架、敞开式印刷电路板装配形式提供的电子器件。该器件严格*用于开发实验室环境，仅供了解开发和应用高压电路相关电气安全风险且接受过专门培训、具有专业知识背景的合格专业用户使用。德州仪器 (TI) 严禁任何其他不合规的使用和/或应用。*如果不满足合格要求，应立即停止进一步使用 HV EVM。

1. 工作区安全：
   a. 保持工作区整洁有序。
   b. 每次电路通电时，都必须由具有资质的观察员在场监督。
   c. TI HV EVM 及接口电子元件通电区域必须设有有效的防护栏和标识；指示可能存在高压操作，以避免意外接触。
   d. 开发环境中使用的所有接口电路、电源、评估模块、仪器、仪表、示波器和其他相关装置如果超过 50Vrms/75VDC，则必须置于紧急断电 EPO 保护电源板内。
   e. 使用稳定且不导电的工作台。
   f. 使用充分绝缘的夹钳和导线来连接测量探针和仪器。尽量不要徒手进行测试。
2. 电气安全：
   a. 作为一项预防措施，假定整个 EVM 可能存在用户可完全接触到的高电压是一种好的工程做法。
   b. 执行任何电气测量或其他诊断测量之前，需切断 TI HV EVM 及其全部输入、输出和电气负载的电源。再次确认 TI HV EVM 已安全断电。
   c. 确认 EVM 断电后，根据所需的电路配置、接线、测量设备连接和其他应用需求执行进一步操作，同时仍假定 EVM 电路和测量仪器均带电。
   d. EVM 准备就绪后，根据需要将 EVM 通电。

   警告

   EVM 通电后，请勿触摸 EVM 或电路，因为 EVM 或电路可能存在高压，会造成电击危险。
3. 人身安全
   a. 穿戴个人防护装备（例如乳胶手套或具有侧护板的安全眼镜）或将 EVM 放置于带有联锁装置的透明塑料箱，避免意外接触。

安全使用限制条件：

勿将 EVM 作为整体或部分生产单元使用。

English Document: SLVUD18
Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated

2 硬件

2.1 测试设备

建议使用以下设备测试 TPS4141Q1EVM：

- 用于输入的可调节电源
- 示波器
- 数字万用表
- *可选*：用于切换芯片使能引脚的函数发生器或微控制器

2.2 连接说明

表 2-1 显示了输入/输出连接器的概览。表 2-2 显示了测试点和跳线。

表 2-1. 输入和输出连接器说明

连接器	标签	说明
J1	LDO_INPUT+	用于连接外部电源的 LDO 输入
J2	GND	初级侧 GND
J4	HV	次级侧高电压输入
J8	GND	次级侧 GND

表 2-2. 测试点和跳线说明

测试点、跳线	标签	说明
J3	LDO	将 LDO 输出连接到 VDD 电源轨
J5	CE	未连接时，将芯片使能输入信号连接到 VDD 或外部输入
J6	DIV0	将 DIV0（分压器分压比输入）连接到 5V/GND，或在未连接时悬空
J7	REF	将 REF（基准电压输入）连接到 2.05V/GND 以实现双向/单向电压监测模式
J9	DIV1	将 DIV1（分压器分压比输入）连接到 5V/GND，或在未连接时悬空
TP1	AOUT	HV 检测信号模拟输出
TP2	VDD	初级侧电源测试点
TP3	HV	HV 次级侧测试点
TP4	CE	CE 初级侧测试点，可用于在 J5 断开连接时从外部驱动 CE
TP5	DIV0	DIV0 选择电压测试点
TP7	GND	初级侧 GND 测试点
TP8	REF	REF 选择电压测试点
TP9	DIV1	DIV1 选择电压测试点
TP10	GND	次级侧 GND 测试点

Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated

3 实现结果

3.1 建议的测试设置

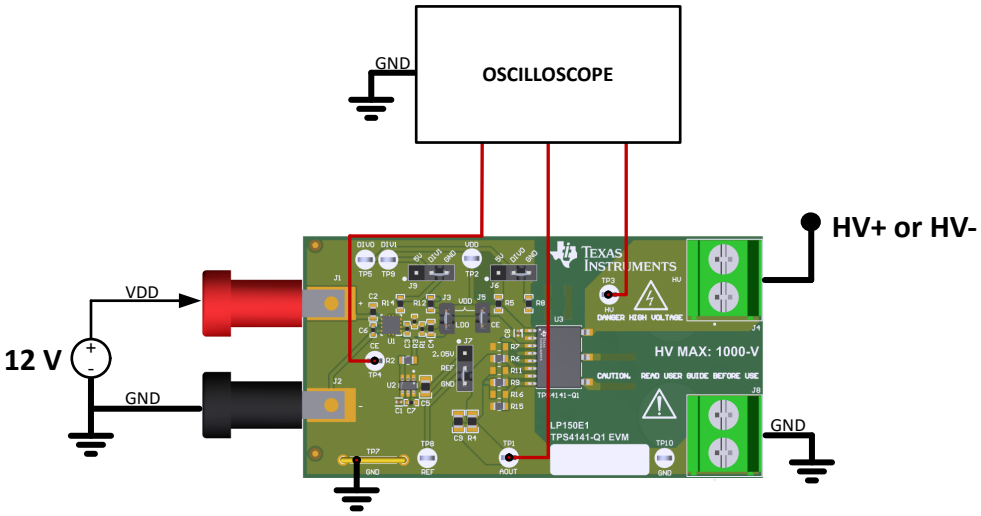


图 3-1. TPS4141Q1EVM 测试设置

验证 TPS4141Q1EVM 具有以下跳线设置：

1. J3 - 将 LDO 输出连接到 VDD 电源轨
2. J5 - 断开 VDD 电源轨和芯片使能 (CE) 的连接
3. J7 - 将 Ref 连接到 GND
4. J6 - 将 DIV0 连接到 GND
5. J9 - 将 Div1 连接到 GND

要测试 TPS4141-Q1 是否正常运行，请按照以下步骤操作：

1. 将 *12V* 电源连接到 **J1** 的香蕉插孔，并将负极引线连接到 **J2**，从而为 TPS4141-Q1 供电。
2. 在放入外壳或连接高压 (HV) 电源之前，请使用 **TP2** (VDD)、**TP5** (DVI0)、**TP9** (DIV1) 和 **TP8** (REF) 验证 TPS4141-Q1 初级侧的所有电压是否符合预期。
3. 将电路板放置在外壳中，将高压电源正极引线连接到 **J4**，将负极引线连接到 **J8**。
4. 将 *5V* 电源、函数发生器或 MCU I/O 正极引线连接到 **TP4** (CE)，将负极引线连接到 **TP7** (GND)。
5. 将示波器探头连接到相关电压（CE、HV、AOUT）后，打开高压电源，然后切换连接到 CE 的 *5V* 电源，观察 **TP4** (CE)、**TP3** (HV) 和 **TP1** (AOUT) 是否显示预期电压。

English Document: SLVUD18
Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated

3.1.1 波形

如果按照如上所述连接，则以下通道必须显示在下方的波形中：

- **通道 3** = CE
- **通道 2** = AOUT
- **通道 1** = HV

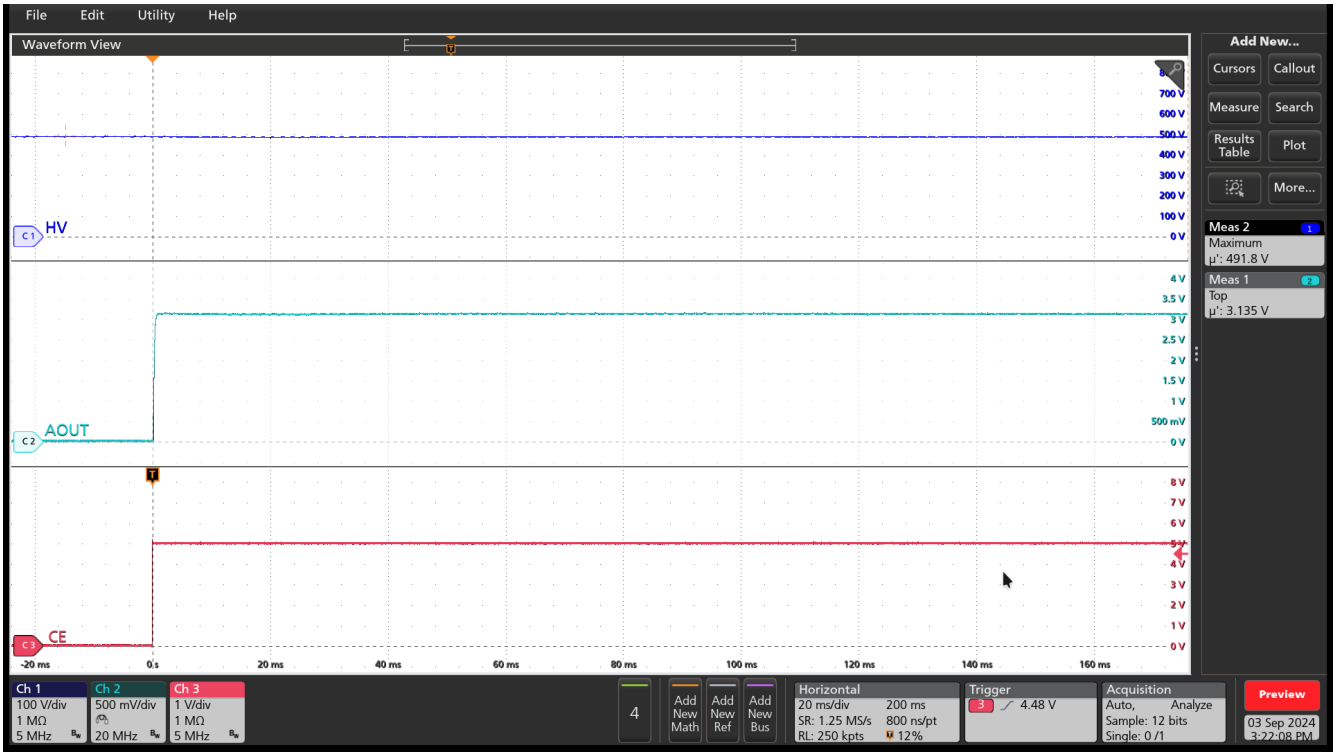


图 3-2. HV=500V 时的 AOUT 电压（CE=5V，DIV=160）

English Document: SLVUD18
Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated

4 硬件设计文件

4.1 原理图

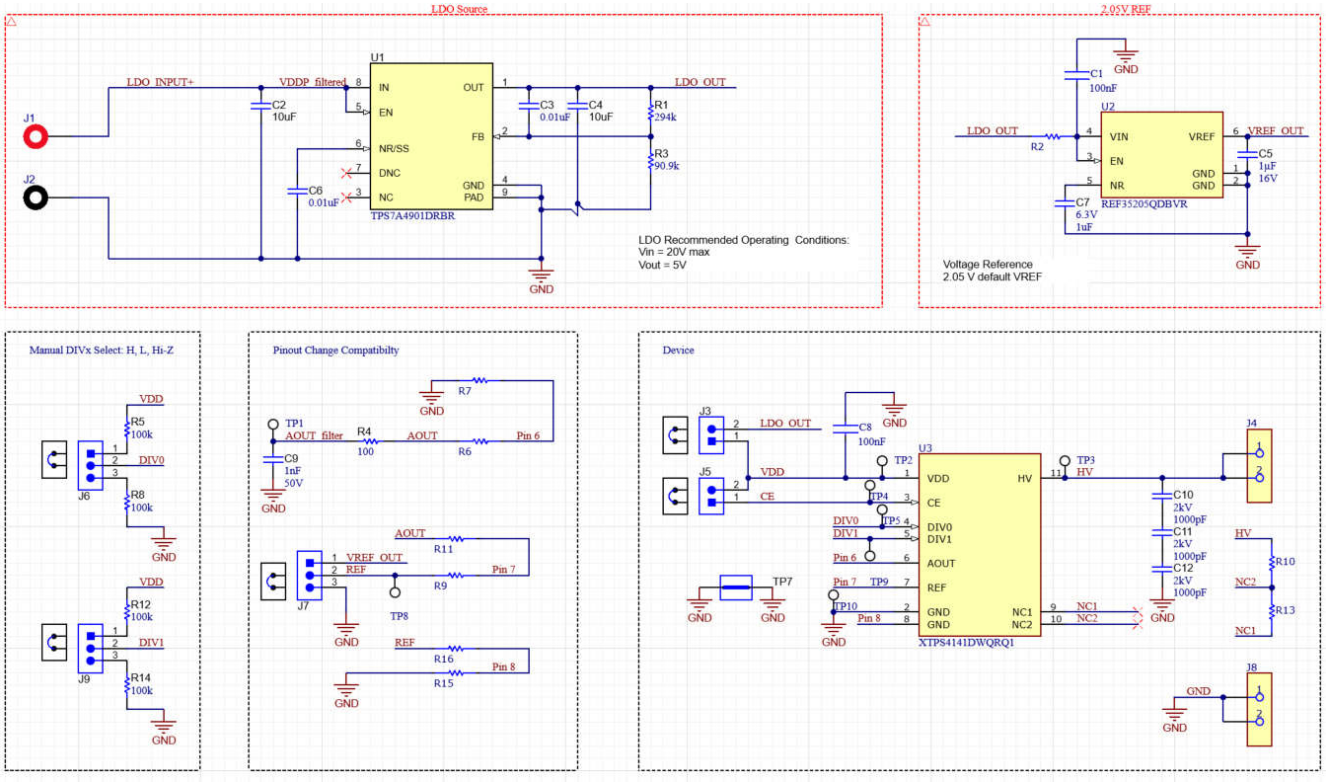


图 4-1. TPS4141Q1EVM 原理图

English Document: SLVUD18
Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated

4.2 PCB 布局

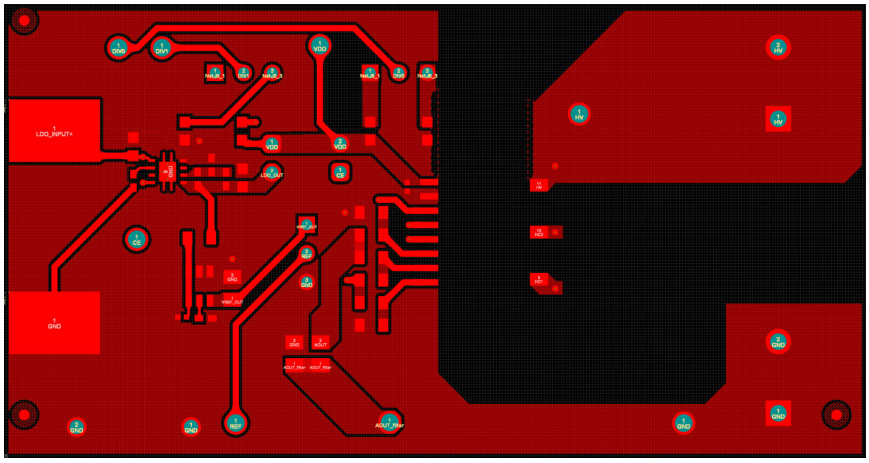


图 4-2. TPS4141-Q1 EVM - 第 1 层

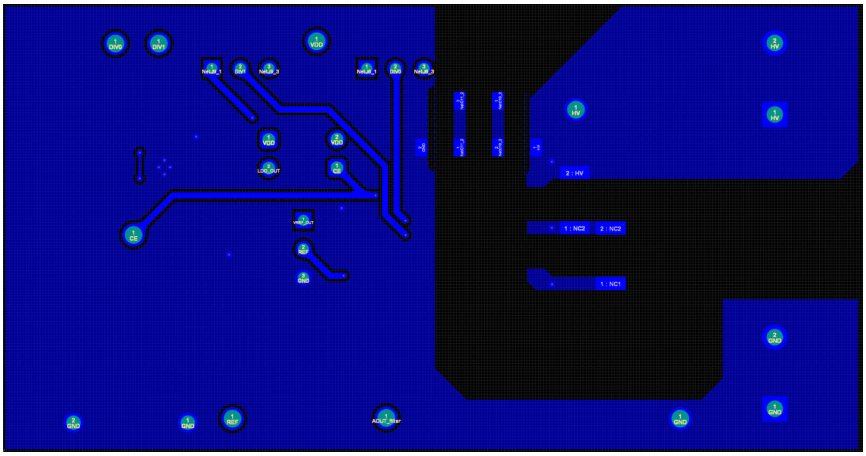


图 4-3. TPS4141-Q1 EVM - 第 2 层

English Document: SLVUD18
Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated

4.3 物料清单

表 4-1. 物料清单

位号	数量	值	说明	封装参考	器件型号	制造商
PCB	1		印刷电路板		LP-150	不限
C1, C8	2		通用片状多层陶瓷电容器，0402，0.10 µ F，X7R，15%，10%，25V		GRM155R71E104KE14D	
C2、C4	2	10uF	电容，陶瓷，10 µ F，25V，+/-20%，X5R，0603	0603	GRT188R61E106ME13D	MuRata
C3、C6	2	0.01uF	电容，陶瓷，0.01uF，25V，+/-10%，X7R，0402	0402	GRM155R71E103KA01D	MuRata
C5	1	1uF	电容，陶瓷，1uF，16V，+/-10%，X7R，0805	0805	C0805C105K4RACTU	Kemet
C7	1	1uF	电容，陶瓷，1uF，6.3V，+/-10%，X7R，0402	0402	GRM155R70J105KA12D	MuRata
C9	1	1000pF	电容，陶瓷，1000pF，50V，+/- 20%，X7R，0805	0805	C0805C102M5RACTU	Kemet
H9、H10、H11、H12	4		Bumpon，半球形，0.44 X 0.20，透明	透明 Bumpon	SJ-5303 (CLEAR)	3M
J1	1		香蕉插头，红色绝缘尼龙，TH	香蕉插头，红色绝缘尼龙，TH	108-0902-001	Cinch Connectivity
J2	1		香蕉插头，黑色绝缘尼龙，TH	香蕉插头，黑色绝缘尼龙，TH	108-0903-001	Cinch Connectivity
J3、J5	2		接头，2.54mm，2x1，金，TH	接头，2.54mm，2x1，TH	61300211121	Wurth Elektronik
J4、J8	2			CONN_TERM_BLOCK2	691250610002	Wurth Electronics
J6、J7、J9	3		接头，100mil，3x1，锡，TH	接头，3 引脚，100mil，锡	PEC03SAAN	Sullins Connector Solutions
LBL1	1		热转印打印标签，0.650	PCB 标签，0.650 x 0.200 英寸	THT-14-423-10	Brady
R1	1	294k	电阻，294k，1%，0.1W，AEC-Q200 0 级，0402	0402	ERJ-2RKF2943X	Panasonic
R2、R6、R9、R15	4	0	电阻，SMD，0Ω，跳线，1/8W，0805	0805	RC0805FR-070RL	Yageo

English Document: SLVUD18
Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated

表 4-1. 物料清单（续）

位号	数量	值	说明	封装参考	器件型号	制造商
R3	1	90.9k	电阻，90.9k，1%，0.1W，AEC-Q200 0 级，0402	0402	ERJ-2RKF9092X	Panasonic
R4	1	100	电阻，100，5%，0.125W，AEC-Q200 0 级，0805	0805	ERJ-6GEYJ101V	Panasonic
R5、R8、R12、R14	4	100k	电阻，100k，5%，0.1W，0603	0603	CRCW0603100KJNEAC	Vishay-Dale
R10、R13	2	0	电阻，厚膜，0Ω，1W，2010	2010	CRCW20100000Z0EFHP	Vishay Dale
SH-J1、SH-J2、SH-J3、SH-J4、SH-J5	5		分流器，2.54mm，金，黑色	分流器，2.54mm，黑色	60900213421	Wurth Elektronik
TP1、TP2、TP3、TP4、TP5、TP8、TP9、TP10	8		测试点，白色，穿孔，RoHS，大容量	5012	5012	Keystone
TP7	1		1 mm 非绝缘短路插头，10.16mm 间距，TH	短路插头，10.16mm 间距，TH	D3082-05	Harwin
U1	1		3V 至 36V 输入电压、150mA、超低噪声、高 PSRR、低压降 (LDO) 线性稳压器 DRB0008A (VSON-8)	DRB0008A	TPS7A4901DRBR	德州仪器 (TI)
U2	1		650nA 静态电流，12ppm/°C 温漂，超低功耗精密电压基准，6-SOT-23，-40 至 125	SOT23-6	REF35205QDBVR	德州仪器 (TI)
U3	1		具有集成开关的汽车级 1000V 可配置精密电阻分压器	SOIC11	XTPS4141DWQRQ1	德州仪器 (TI)

Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated

5 其他信息

5.1 商标

所有商标均为其各自所有者的财产。

English Document: SLVUD18
Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated

重要通知和免责声明

TI“按原样”提供技术和可靠性数据（包括数据表）、设计资源（包括参考设计）、应用或其他设计建议、网络工具、安全信息和其他资源，不保证没有瑕疵且不做出任何明示或暗示的担保，包括但不限于对适销性、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 产品的相关应用。 严禁以其他方式对这些资源进行复制或展示。您无权使用任何其他 TI 知识产权或任何第三方知识产权。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
版权所有 © 2025，德州仪器 (TI) 公司