



摘要

本文档是 TPS65994 评估模块的用户指南。作为独立测试套件的一部分，TPS65994 EVM 用于 TPS65994 IC (WCSP 和 QFN 封装) 功能的评估，以及 USB Type-C™ 和电力输送 (PD) 最终产品的开发和测试。

内容

| | |
|-------------------------------|----|
| 1 关于本手册..... | 3 |
| 2 运行所需的项目..... | 3 |
| 3 引言..... | 3 |
| 4 设置..... | 4 |
| 4.1 开关、按钮、连接器和测试点说明..... | 4 |
| 4.2 LED 指示灯说明..... | 9 |
| 5 Tiva USB 转 I2C 桥接器支持集成..... | 10 |
| 5.1 将应用程序固件刷写到 EEPROM..... | 10 |
| 5.2 进入调试模式..... | 13 |
| 6 使用 TPS65994EVM..... | 17 |
| 6.1 为 TPS65994EVM 供电..... | 17 |
| 6.2 固件配置..... | 17 |
| 7 连接 EVM..... | 18 |
| 7.1 连接到各种设备..... | 18 |
| 8 调试 EVM..... | 19 |
| 8.1 未建立连接..... | 19 |
| 8.2 复位行为..... | 19 |
| 9 TPS65994EVM 原理图..... | 20 |
| 10 TPS65994EVM 电路板布局..... | 27 |
| 11 TPS65994EVM 物料清单..... | 32 |
| 12 TPS65994QFNEVM 原理图..... | 37 |
| 13 TPS65994QFNEVM 电路板布局..... | 45 |
| 14 TPS65994QFNEVM 物料清单..... | 50 |
| 15 修订历史记录..... | 54 |

插图清单

| | |
|--|----|
| 图 4-1. TPS65994 电源路径跳线配置..... | 4 |
| 图 4-2. ADCIN1 和 ADCIN2 配置原理图..... | 5 |
| 图 4-3. 桶形插孔 (J2) 原理图..... | 5 |
| 图 4-4. USB Type-C™ 插座 (J3_PA) 原理图..... | 6 |
| 图 4-5. USB Type-C™ 插座 (J3_PB) 原理图..... | 6 |
| 图 4-6. USB Micro-B 插座 (J6) 原理图..... | 7 |
| 图 4-7. Aardvark 连接器 (J9) 原理图..... | 7 |
| 图 4-8. 调试接头 (J4) 原理图..... | 8 |
| 图 4-9. 调试接头 (J5) 原理图..... | 9 |
| 图 5-1. 应用程序自定义工具..... | 10 |
| 图 5-2. I/O 配置寄存器..... | 11 |
| 图 5-3. 将项目刷写到 EEPROM (I2C)..... | 12 |
| 图 5-4. USB 转 I2C/SPI 适配器设置..... | 13 |
| 图 5-5. I2C 地址..... | 14 |
| 图 5-6. 地址范围..... | 15 |

| | |
|---|----|
| 图 5-7. Transmit Source Capabilities..... | 16 |
| 图 9-1. TPS65994EVM 方框图..... | 20 |
| 图 9-2. TPS65994EVM PD 控制器..... | 21 |
| 图 9-3. TPS65994EVM 电源..... | 21 |
| 图 9-4. TPS65994EVM USB Type-C™ 连接器..... | 22 |
| 图 9-5. TPS65994EVM Tiva 调试..... | 24 |
| 图 9-6. TPS65994EVM 连接器..... | 25 |
| 图 9-7. TPS65994EVM 扩展连接器..... | 26 |
| 图 10-1. TPS65994EVM 顶部丝网印刷层..... | 27 |
| 图 10-2. TPS65994EVM 顶层..... | 27 |
| 图 10-3. TPS65994EVM GND 层 1..... | 28 |
| 图 10-4. TPS65994EVM 高速层..... | 28 |
| 图 10-5. TPS65994EVM GND 层 2..... | 29 |
| 图 10-6. TPS65994EVM 电源层 1..... | 29 |
| 图 10-7. TPS65994EVM 电源层 2..... | 30 |
| 图 10-8. TPS65994EVM GND 层 3..... | 30 |
| 图 10-9. TPS65994EVM 底层..... | 31 |
| 图 10-10. TPS65994EVM 底部丝网印刷层..... | 31 |
| 图 12-1. TPS65994QFNEVM 方框图..... | 37 |
| 图 12-2. TPS65994QFNEVM PD 控制器..... | 38 |
| 图 12-3. TPS65994QFNEVM 电源..... | 39 |
| 图 12-4. TPS65994QFNEVM USB Type-C™ 连接器..... | 40 |
| 图 12-5. TPS65994QFNEVM Tiva 调试..... | 42 |
| 图 12-6. TPS65994QFNEVM 连接器..... | 43 |
| 图 12-7. TPS65994QFNEVM 扩展连接器..... | 44 |
| 图 13-1. TPS65994QFNEVM 顶部丝网印刷层..... | 45 |
| 图 13-2. TPS65994QFNEVM 顶层..... | 45 |
| 图 13-3. TPS65994QFNEVM GND 平面 1..... | 46 |
| 图 13-4. TPS65994QFNEVM 高速层..... | 46 |
| 图 13-5. TPS65994QFNEVM GND 平面 2..... | 47 |
| 图 13-6. TPS65994QFNEVM 电源层 1..... | 47 |
| 图 13-7. TPS65994QFNEVM 电源层 2..... | 48 |
| 图 13-8. TPS65994QFNEVM GND 平面 3..... | 48 |
| 图 13-9. TPS65994QFNEVM 底层..... | 49 |
| 图 13-10. TPS65994QFNEVM 底部丝网印刷层..... | 49 |

表格清单

| | |
|--|----|
| 表 4-1. S1 和 S2 : ADCIN1 和 ADCIN2 开关设置..... | 4 |
| 表 4-2. 端口 A MUX CTL LED..... | 9 |
| 表 4-3. 端口 B MUX CTL LED..... | 9 |
| 表 11-1. TPS65994EVM BOM..... | 32 |
| 表 14-1. TPS65994QFNEVM 物料清单..... | 50 |

商标

USB Type-C™ is a trademark of USB Implementers Forum.

所有商标均为其各自所有者的财产。

1 关于本手册

本用户指南介绍了 TPS65994 EVM，包含简介、设置说明、EVM 原理图、电路板布局、元件视图、内部电源 (PWR) 和接地 (GND) 平面布局以及物料清单 (BOM)。评估 TPS65994 QFN 封装时，请参阅 TPS65994QFNEVM 原理图、电路板布局、元器件视图。

2 运行所需的项目

使用 TPS65994 EVM 时需具备以下各项：

- TPS65994 数据表
- TPS65994 EVM
- TPS65994 应用程序自定义工具
- 20V 桶形插孔适配器或直流电源
- USB Type-C™ 无源电缆
- USB Type-A 转 USB Micro-B 电缆
- USB Type-A 转 USB Type-B 电缆
- Mini-DisplayPort 转 DisplayPort 电缆
- DP 扩展版
- 具有 USB 2.0、USB 3.0 和 DP 功能的笔记本电脑

3 引言

TPS65994 是一款独立式 USB Type-C 和电力输送 (PD) 控制器，可在 USB Type-C 连接器处提供电缆插拔和方向检测功能。进行电缆插拔和方向检测时，TPS65994 会在 CC 线上使用 USB PD 协议进行通信。完成电缆检测和 USB PD 协商后，TPS65994 会启用相应的电源路径，并配置外部多路复用器和交替模式设置。本用户指南介绍了如何使用 TPS65994 EVM 来测试 DisplayPort 交替模式以及 USB 数据。本指南还介绍了 DP 交替模式的测试程序以及各种 PD 电源配置。可通过 TPS65994 配置工具来定制该 EVM。此外，该 EVM 还配备了 Tiva MCU 和 Aardvark 连接器，用于连接到 SPI 或 I2C 接口以进行调试和开发。

4 设置

本节介绍了各种 EVM 特性以及如何测试这些特性。必要时会提供原理图屏幕截图、图片和方框图。

4.1 开关、按钮、连接器和测试点说明

本节以从左到右和从上到下的顺序列出了该 EVM 包含的元件，同时列出了相关元件。

4.1.1 电源路径跳线配置

TPS65994 EVM 开箱即用，具有适用于 TPS65994 器件的跳线配置。通过此配置，两个内部电源路径可配置为适合各个 USB Type-C 端口的发送器路径，两个外部电源路径可配置为适合各个 USB Type-C 端口的接收器路径。使用 TPS65994 EVM 时，请使用 TPS65994 应用自定义工具中的 TPS65994 模板。

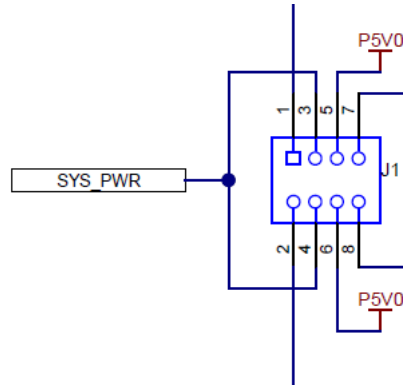


图 4-1. TPS65994 电源路径跳线配置

4.1.2 扩展端口

J7 和 J8 分别是 10G-EXPANSION-EVM 发送板针对端口 A 和 B 的连接器。连接 10G-EXPANSION-EVM 发送板可评估 DisplayPort 和 USB 3.2 数据。两个端口可同时支持 DP。

备注

TPS65994 只支持 DP_DFP 模式。TPS65994 EVM 仅与 10G-EXPANSION-EVM 发送板搭配使用。

4.1.3 ADCINx 设置

4.1.3.1 S1 和 S2 : ADCIN1 和 ADCIN2

TPS65994 EVM 上的开关 (S1) 可用于配置 TPS65994 的 ADCIN1 和 ADCIN2 引脚搭接设置。ADCIN1 通过 S1 控制，ADCIN2 通过 S2 控制。请参阅 TPS65994 数据表，了解不同的 ADCINx 配置。表 4-1 突出显示了用于启用不同 ADCINx 配置的开关设置。禁用 S1 和 S2 上的所有开关后，可以使用开关 S4A 和 S4B 直接将 ADCINx 引脚短接至 LDO_1V5。参阅图 4-2，了解 ADCIN1 和 ADCIN2 配置开关的原理图。

表 4-1. S1 和 S2 : ADCIN1 和 ADCIN2 开关设置

| ADCINx 开关设置 | | | | |
|-------------|---|---|---|----|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 设置 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 1 | 1 | 1 |
| 0 | 1 | 0 | 1 | 2 |
| 0 | 1 | 1 | 1 | 3 |
| 0 | 0 | 1 | 0 | 4 |
| 0 | 1 | 0 | 0 | 5 |
| 1 | 0 | 0 | 0 | 6 |
| 1 | 1 | 0 | 0 | 7 |

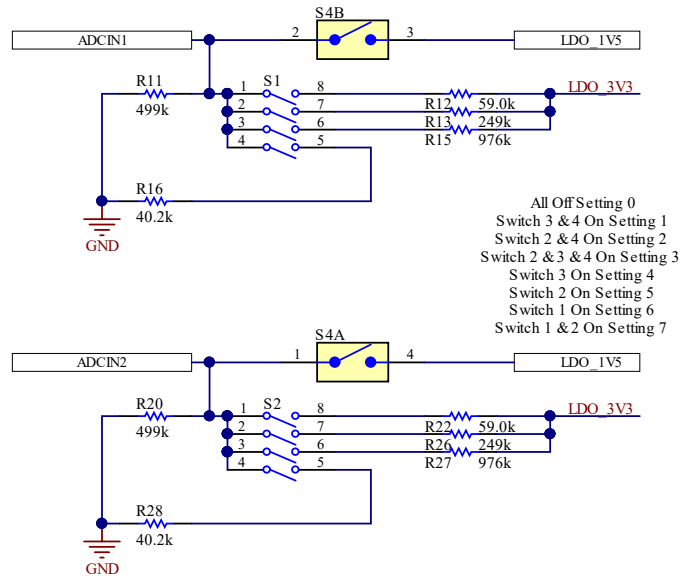


图 4-2. ADCIN1 和 ADCIN2 配置原理图

4.1.4 J2：桶形插孔电源连接器

桶形插孔电源连接器接受 19V 至 20V 的直流电源。标准笔记本电脑适配器（或类似适配器）可提供所需的电源。该输入为 PP_EXT 电源轨提供 19V 至 20V 的电压。

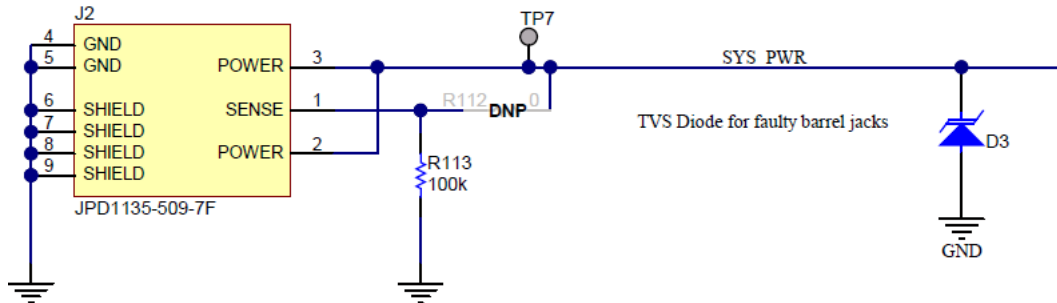


图 4-3. 桶形插孔 (J2) 原理图

4.1.5 USB Type-C™ 连接器 (J3_PA、J3_PB)

TPS65994 EVM 具有两个全功能 USB Type-C 插座（端口 A/B），可以路由 VBUS、SSTX 和 SSRX 对、SBU1 和 SBU2 对以及 D+ 和 D- 信号。TPS65994 器件可采用自供电和总线供电配置，以增加灵活性。采用自供电时，该 EVM 可以通过内部 PP5V 电源路径，为每个端口提供高达 15W（5V、3A）的功率。该 EVM 还能够通过外部 PP_EXT 电源路径接受 100W（20V、5A）的功率。内部电源路径用于提供电源，而外部电源路径用于接收电源。

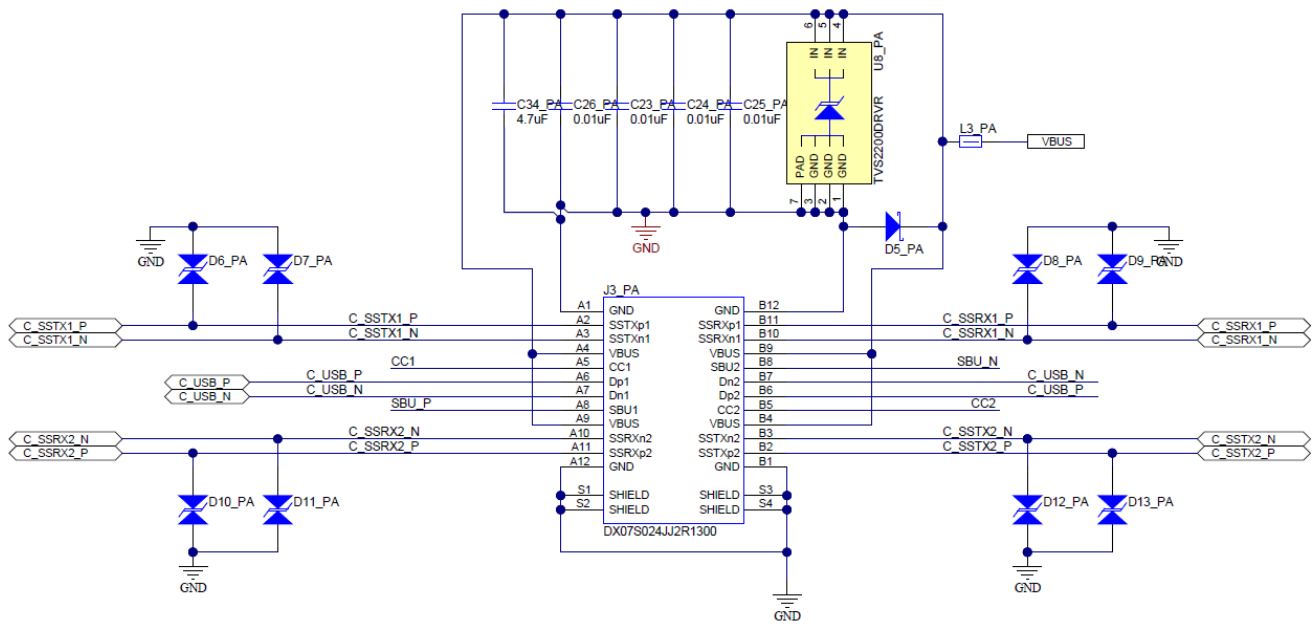


图 4-4. USB Type-C™ 插座 (J3_PA) 原理图

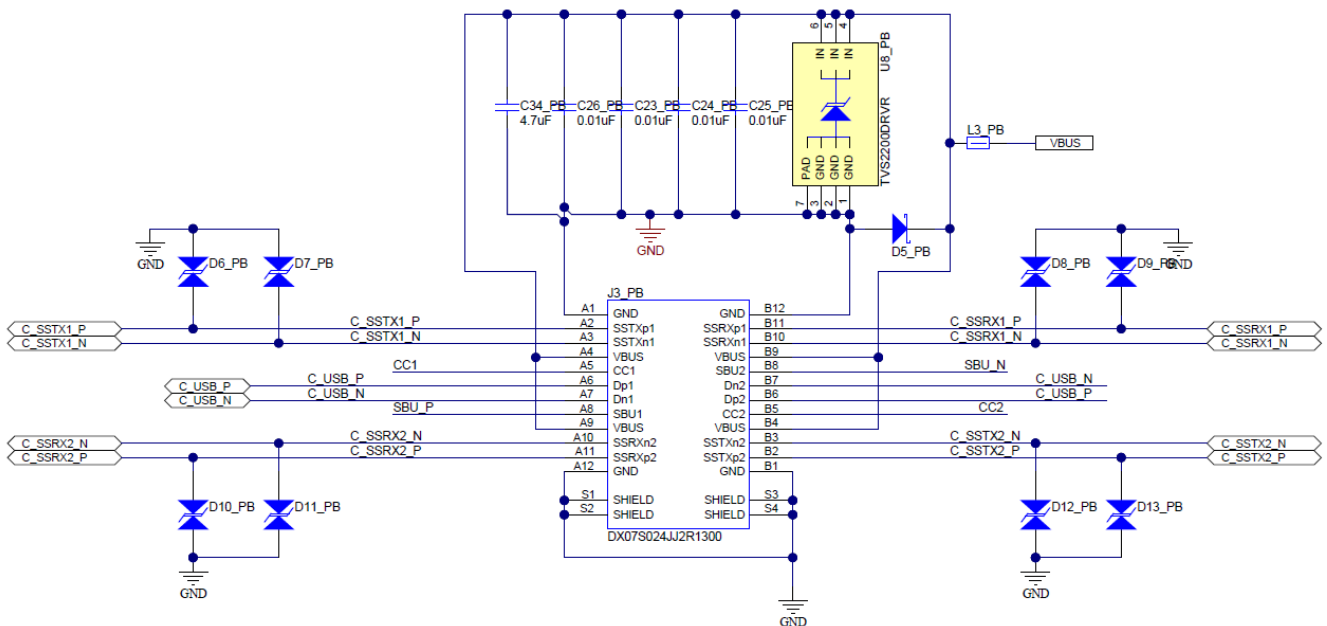


图 4-5. USB Type-C™ 插座 (J3_PB) 原理图

4.1.6 USB Micro B 连接器 (J6)

Micro-B 插座 J6 将 Tiva 连接到 TPS65994 定制 GUI 的 PC。请使用标准的 USB Micro-B 转 Type-A 电缆进行此连接。当 Tiva 板上有 VBUS 时，LED D24 会变亮。

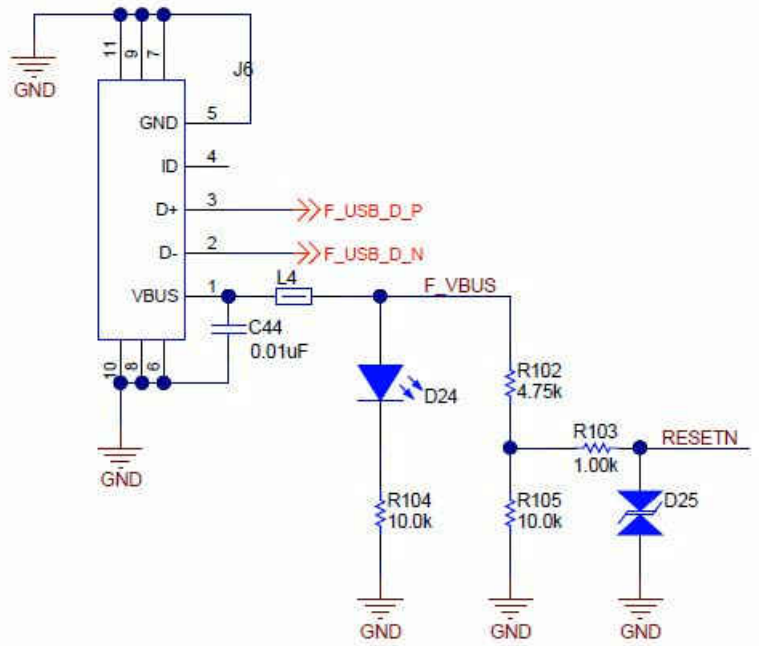


图 4-6. USB Micro-B 插座 (J6) 原理图

4.1.7 TP8 (5V)、J10 (3.3V)、TP7 (SYS_PWR)

TP8 和 J10 测试点用于测量板载直流/直流转换器的输出电压。这些直流/直流转换器可产生所需的电压轨以支持 EVM 的全部功能（包括电力输送、为内部和外部电路供电等）。这些测试点允许用户验证 TPS65994EVM 上的系统电源。LDO_1V5 是在内部生成的，用于内部电路。使用 P3V3 先后为 VIN_3V3、LDO_3V3 供电。另外，LDO_3V3 可用作外部闪存的低功耗输出。在总线供电或自供电条件下，LDO_3V3 处于活动状态。TP7 测试点用于验证桶形插孔连接器的输入电压。

4.1.8 Aardvark 连接器 (J9)

该连接器与 Total Phase® Aardvark 相匹配，支持用户通过 I2C 主接口访问 TPS65994EVM 上的 I2C 引脚。U6 用于在连接到 Aardvark 连接器的 I2C1 或 I2C3 之间交换。S3 用于控制以哪种方式设置 2:1 MUX。如果禁用 S3，则在默认情况下，I2C1 将连接到 Aardvark 接头。如果启用 S3，I2C3 将连接到 Aardvark 接头。

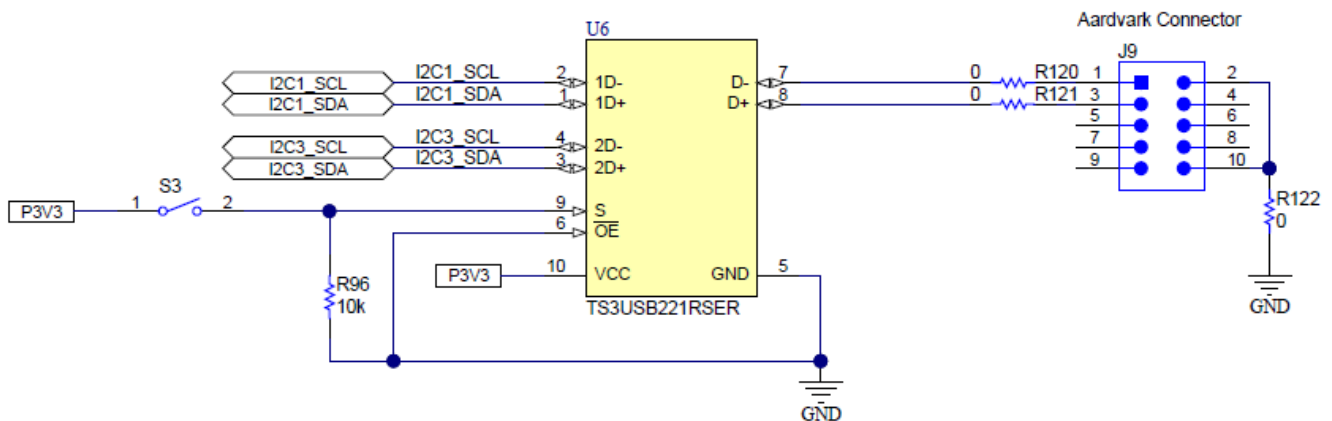


图 4-7. Aardvark 连接器 (J9) 原理图

4.1.9 TP10、TP11、TP12、TP13 : GND 测试点

TP10、TP11、TP12、TP13 GND 测试点用于连接示波器或万用表以及进行负载测试。这些测试点通过多个通孔连接到电路板的 GND 层。

4.1.10 TP2、TP3、TP4、TP5 : CC1 和 CC2 测试点

测试点 CC1 和 CC2 用于将 PD 协议分析器与 PD BMC 数据绑定在一起，或通过示波器验证 BMC 信号完整性（取决于电缆方向）。连接带有电子标记的 USB Type-C 电缆时，请使用万用表或示波器测量 VCONN。使用这些测试点可以在 VCONN 上附加外部负载。

4.1.11 TP1、TP6 : VBUS 测试点

VBUS 测试点用于测量每个 USB Type-C 端口 A/B 连接器处的 VBUS。由于 PD 电源电压可能高达 20V，在连接和断开 TPS65994EVM 上的探针时请务必小心。VBUS 测试点可为外部负载提供高达 3A 的电流。请注意，为了让 VBUS 测试点提供电流，必须协商具有必要功能的 PD 电源协议。

4.1.12 J4 和 J5 (EVM 底部) : 信号接头

用户可以使用这些接头来探测 TPS65994EVM 上的许多不同信号。请注意，部分接头引脚未连接，除非放置了 0Ω 电阻器。

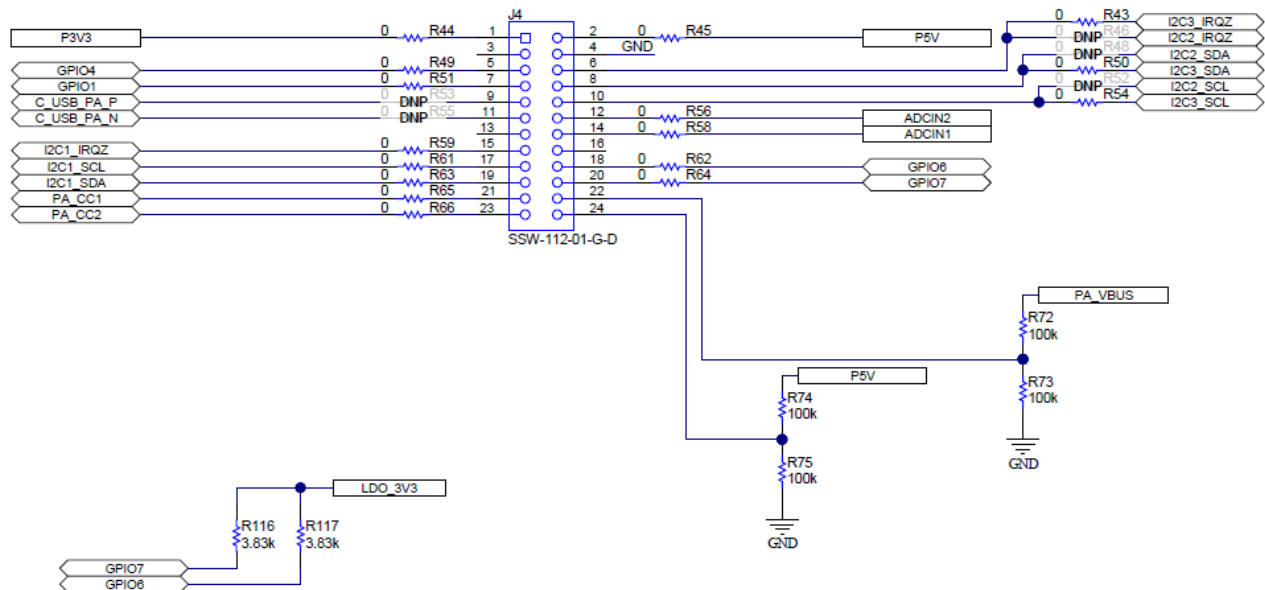


图 4-8. 调试接头 (J4) 原理图

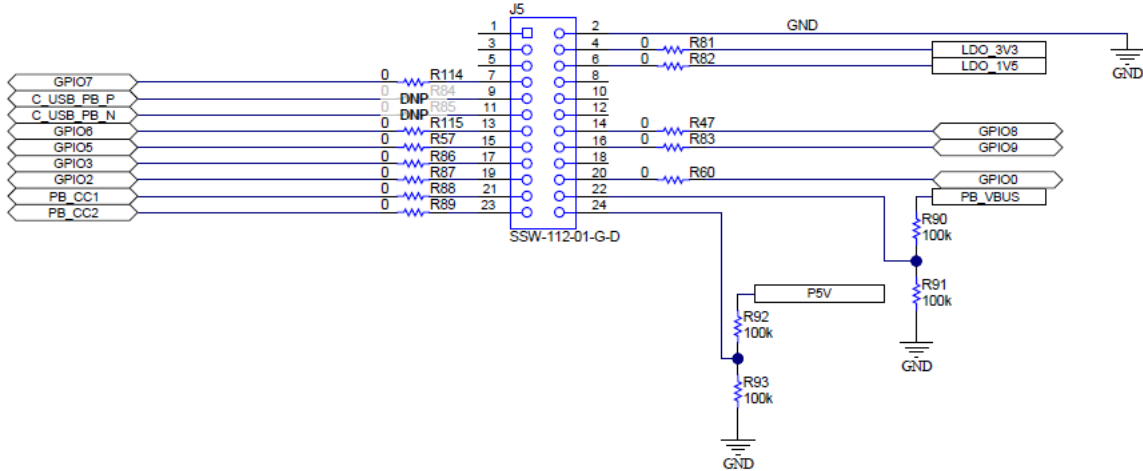


图 4-9. 调试接头 (J5) 原理图

4.2 LED 指示灯说明

该 EVM 具有多个 LED，可用于通知用户存在哪种类型的连接。这些 LED 分为 2 组：MUX 控制 LED 和状态 LED。所有 LED 均通过通用 I/O (GPIO) 启用；因此，如果要配置自定义映像，则必须通过配置来分别启用每个 LED

4.2.1 MUX 控制 LED

表 4-2. 端口 A MUX CTL LED

| LED 指示灯 | GPIO | 功能 |
|------------------|-------|------------|
| D15 - PA_HPD | GPIO1 | HPD |
| D17 - PA_USB3 | GPIO3 | USB 3.0 事件 |
| D18 - PA_DP_Mode | GPIO4 | DP 模式选择事件 |
| D23 - PA_POL | GPIO9 | 电缆方向事件 |

表 4-3. 端口 B MUX CTL LED

| LED 指示灯 | GPIO | 功能 |
|------------------|-------|------------|
| D14 - PB_HPD | GPIO0 | HPD |
| D19 - PB_USB3 | GPIO5 | USB 3.0 事件 |
| D22 - PB_DP_Mode | GPIO8 | DP 模式选择事件 |
| D16 - PB_POL | GPIO2 | 电缆方向事件 |

4.2.2 状态 LED

D1 和 D2 LED 分别指示端口 A 和端口 B 上是否存在 VBUS 电压。它们还提供 PD 协议 (从高到低) 的电压放电路径。当桶形插孔连接到 J2 时，D4 LED 指示 SYS_PWR。

5 Tiva USB 转 I2C 桥接器支持集成

Tiva 微控制器可实现 USB 到 I2C 的可靠连接。本节介绍了如何使用 Tiva 微控制器将应用程序固件刷写到 EEPROM，以及如何使用 Tiva 微控制器进入调试模式。

5.1 将应用程序固件刷写到 EEPROM

本节提供了将应用程序固件刷写到 EEPROM 的步骤。

1. 打开应用程序自定义工具并启动一个新项目

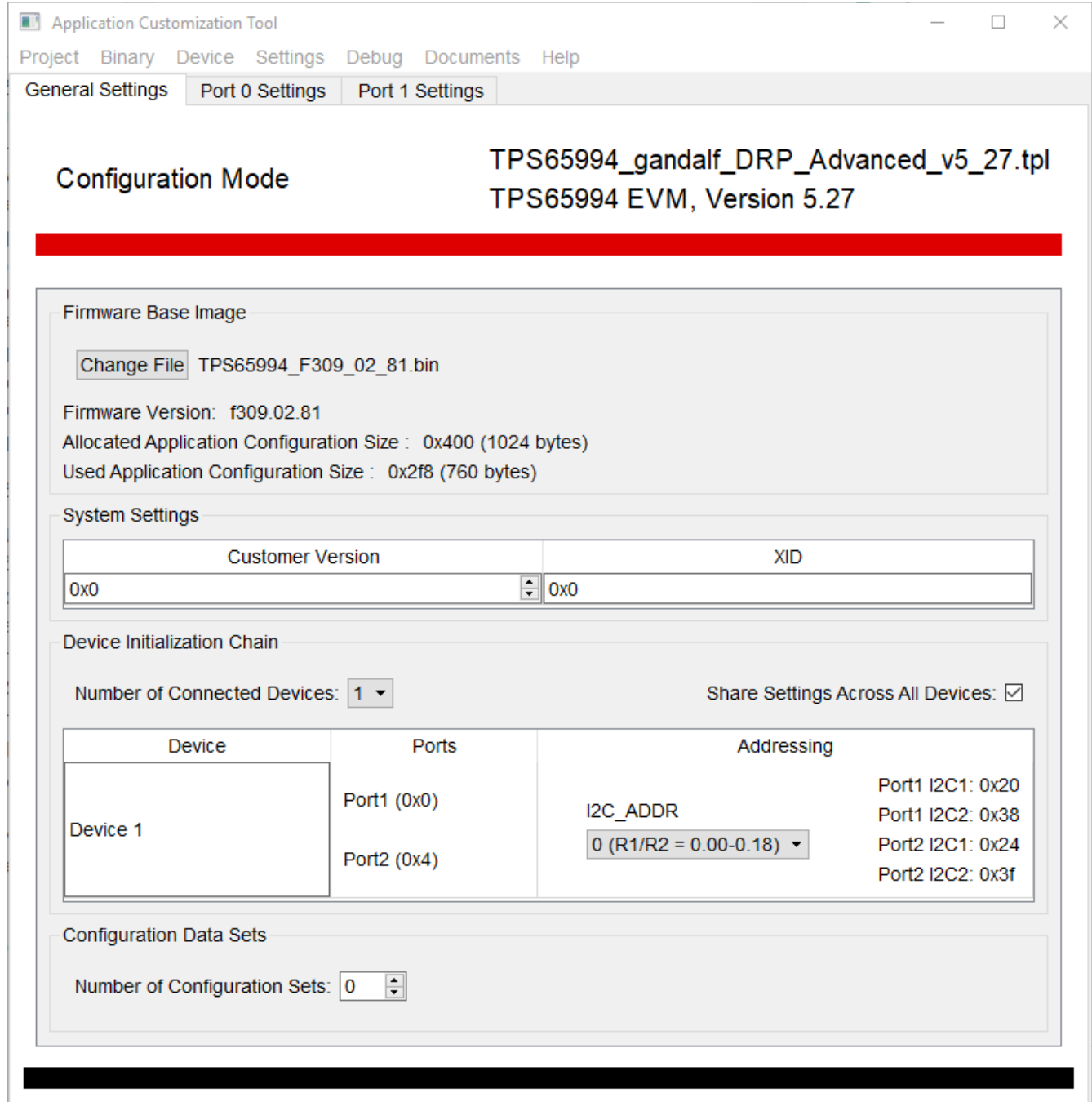


图 5-1. 应用程序自定义工具

2. 通过根据需要修改寄存器的方式来创建项目。例如，I/O 配置 (寄存器 0x5c) 支持用户定义的 GPIO。

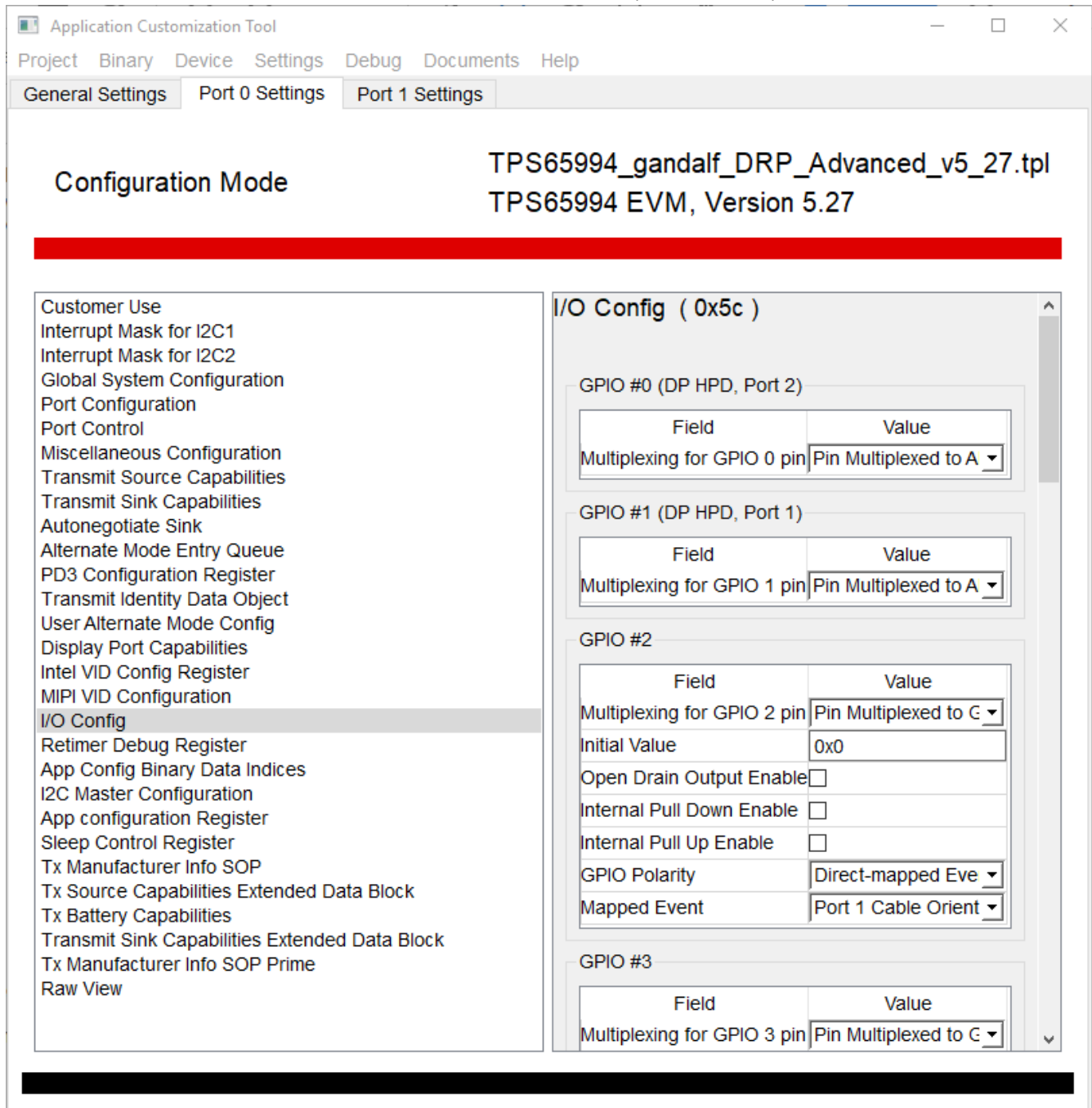


图 5-2. I/O 配置寄存器

- 定义寄存器后，使用 **Device** (器件) 选项卡并将应用程序固件刷写到 EEPROM，以在器件上加载新配置。确保选择了正确的适配器。在本例中，请选择 **Tiva** 适配器。

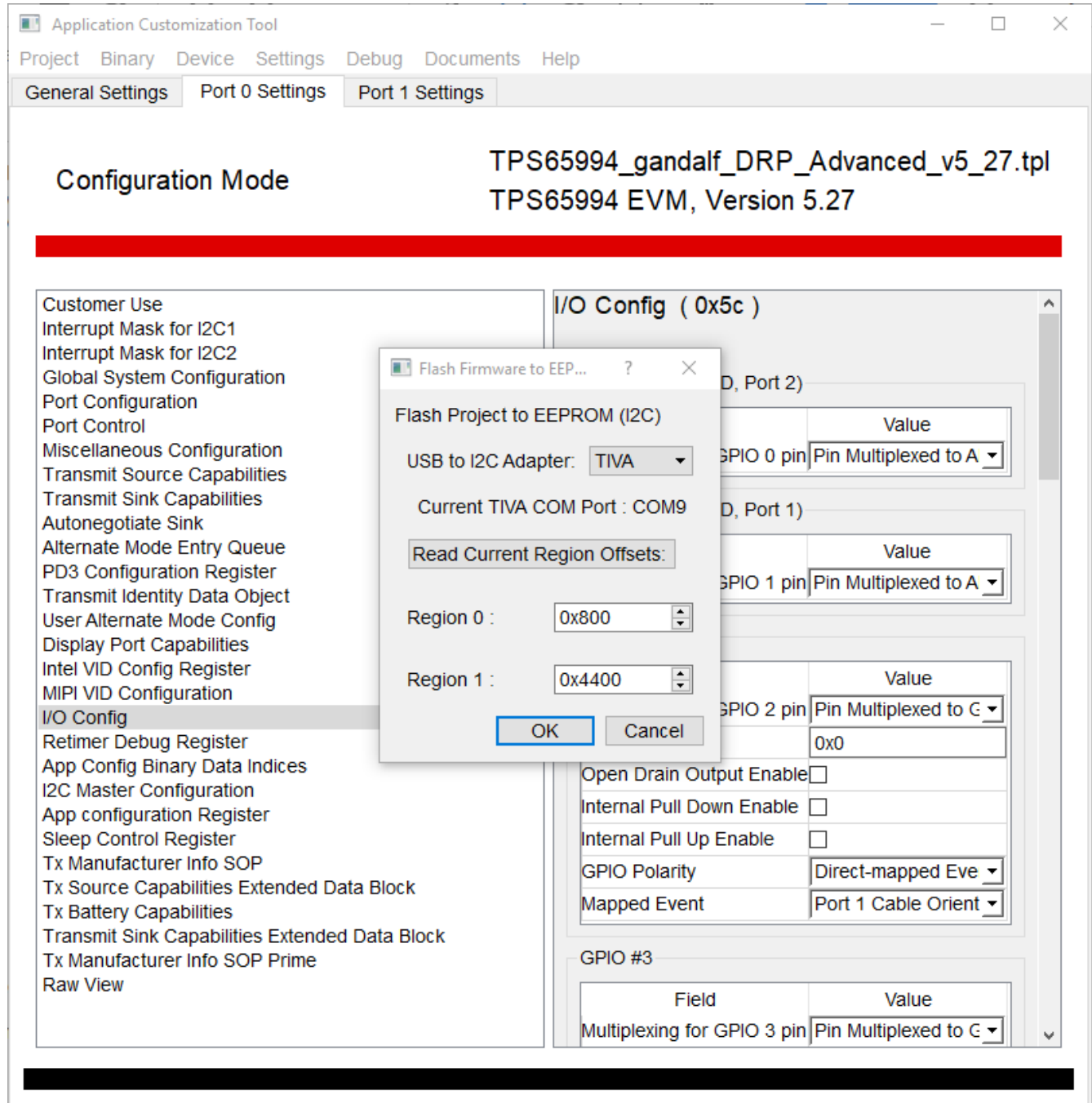


图 5-3. 将项目刷写到 EEPROM (I2C)

5.2 进入调试模式

本节提供了调试模式的使用步骤。

1. 确保根据使用的器件选择相应的 USB 转 I2C/SPI 适配器。在本例中，请选择 Tiva 适配器。请扫描 I2C 地址范围以发现端口地址。

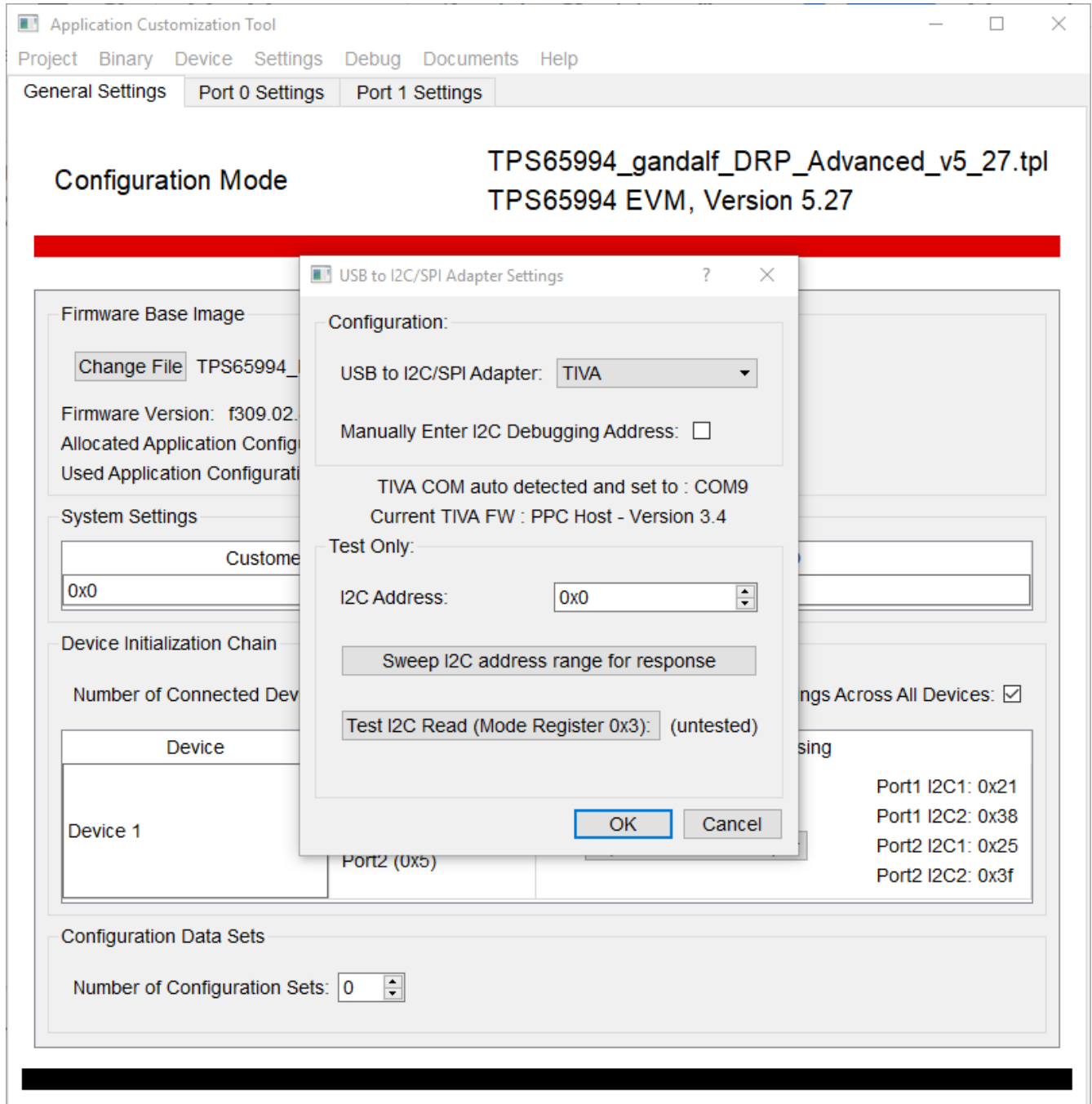


图 5-4. USB 转 I2C/SPI 适配器设置

2. I2C 地址扫描结果。

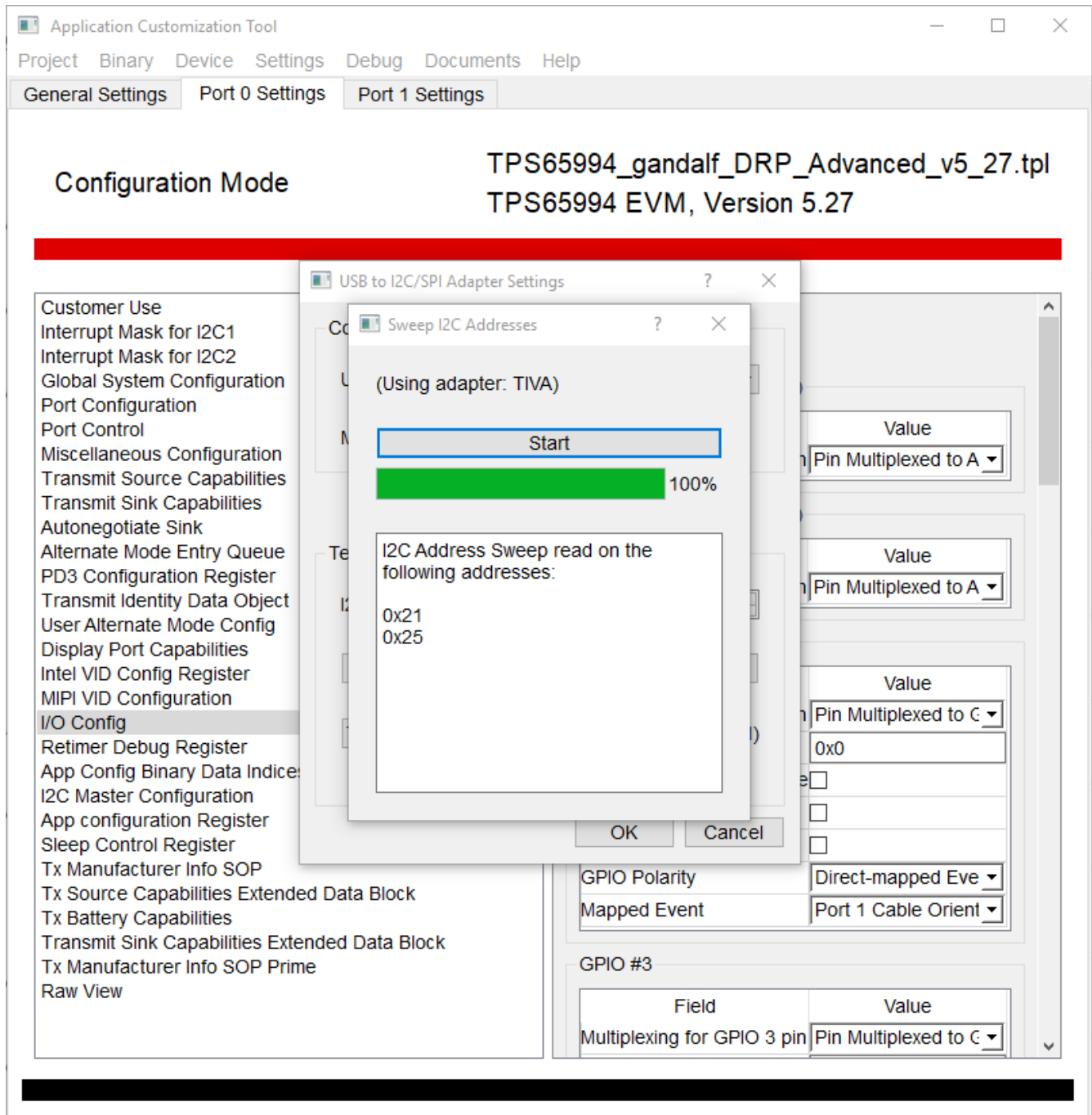


图 5-5. I2C 地址

3. 进入调试模式后，请确保 I2C_ADDR 在所需的地址范围内。

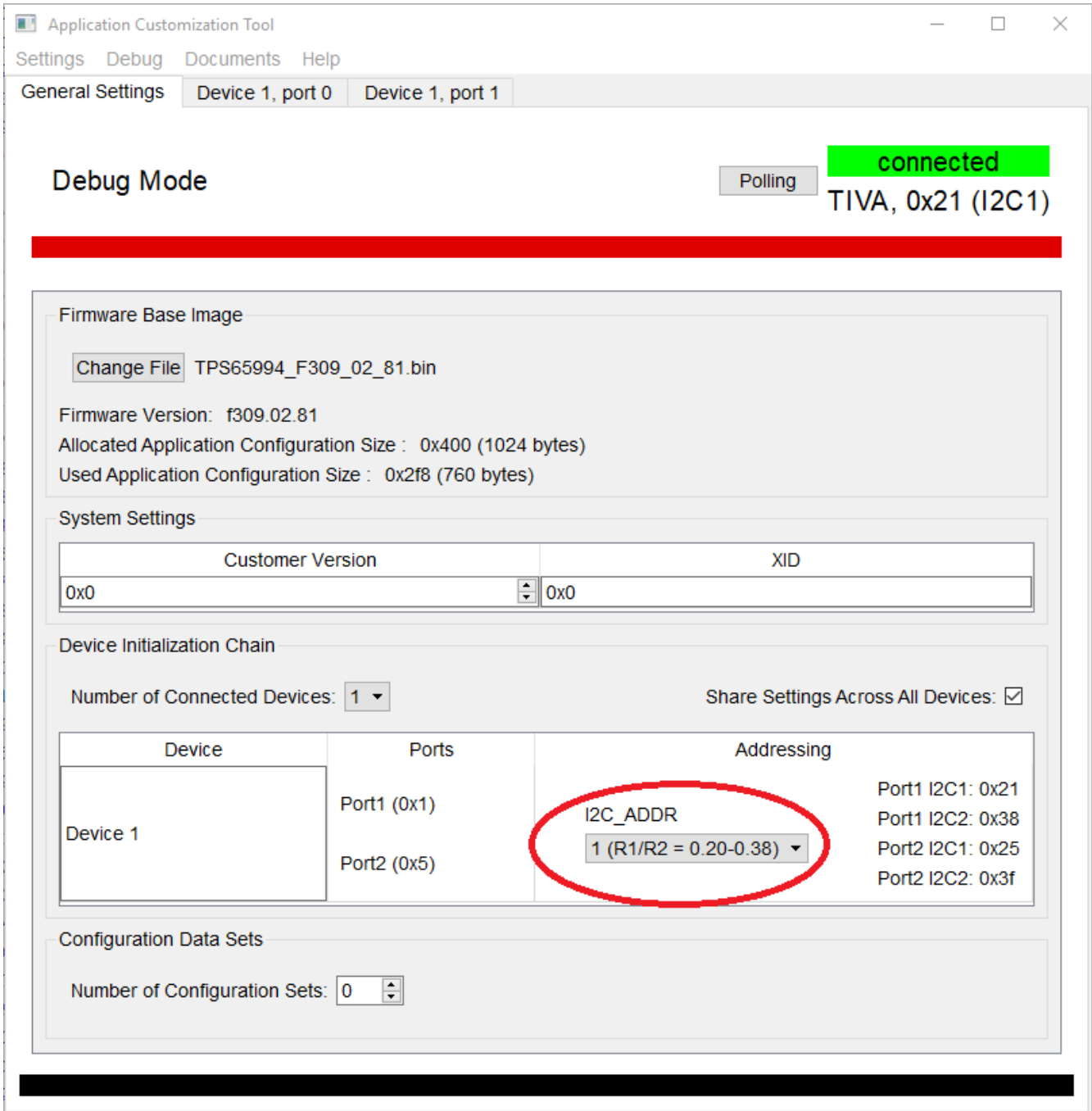


图 5-6. 地址范围

4. 通过浏览 **Configuration Registers** (配置寄存器) 选项卡, 确保按预期定义了寄存器。**Debug Registers** (调试寄存器) 选项卡提供了有关寄存器的运行时信息。最后, **Commands** (命令) 选项卡允许在运行时执行定义了的命令。以下示例显示了 **Transmit Source Capabilities** (寄存器 0x32) 信息。

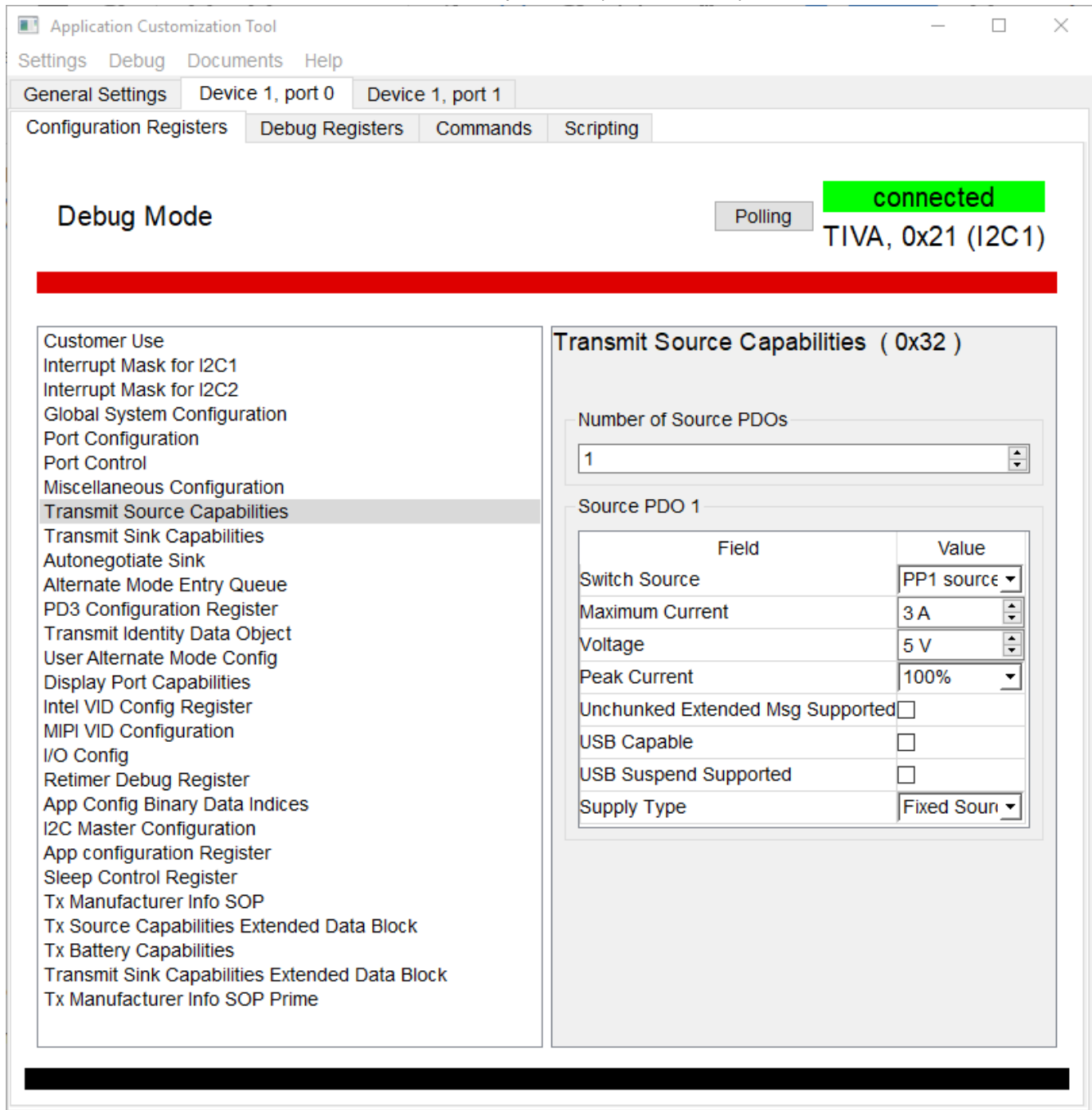


图 5-7. Transmit Source Capabilities

更多有关如何使用应用程序自定义工具的信息, 请参阅 GUI 用户指南。

6 使用 TPS65994EVM

本节介绍了预加载或恢复固件、使用入门和调试 EVM。

6.1 为 TPS65994EVM 供电

该 EVM 的主电源来自桶形插孔 (J2)，可通过桶形插孔适配器接受 19V 至 20V 电压。还可以在 SYS_PWR (TP7) 上使用外部电源为该 EVM 供电。输入电压范围为 5V 至 20V，但应使用配置工具在固件中为 PP_EXT 配置适当的功率分布。该 EVM 还可以通过 USB Type-C 连接器由总线供电，并根据接收端配置的不同，接受 5V 至 20V 的 VBUS 电压。

6.2 固件配置

TPS65994EVM 开箱即用，配置为对双端口笔记本电脑进行仿真。对于每个端口，内部电源开关配置为发送器，外部大电流电源开关配置为接收器。两个端口都配置了数据 DFP。

7 连接 EVM

7.1 连接到各种设备

可以使用各种 USB Type-C 电缆将 EVM 连接到传统 Type-A 设备、传统 Type-A 主机或者 USB Type-C 设备或主机。

7.1.1 连接到传统 Type-A 设备

使用 USB Type-C 转 Type-A 电缆可以连接到传统 USB 设备，例如闪存驱动器。通过使用 DP 扩展板上的 SS MUX 和 USB HUB，TPS65994 可以用作主机（通过 DP 或 USB 即可连接）。下图显示了笔记本电脑、DP 和 USB 插座、TPS65988EVM、电缆和闪存驱动器的连接方式。

7.1.2 连接到 USB Type-C™ 设备

使用 USB Type-C 电缆可以连接到 USB 和 DP 设备。将 TPS65994EVM 与 TPS6598x-EVM 分别用作 DP 发送板和接收板时，可以验证完整的 USB Type-C 系统。测试设置中需要一个 DP 和 USB 发送器将数据提供给接收板，还需要一块 DP 扩展板。现在可以将一个 DP 监视器和 USB 设备连接到接收板。请注意，由于使用了多个连接器和多根电缆，USB 和 DisplayPort 视频质量可能会下降。下图突出显示了这一特性。

7.1.3 测试 DisplayPort 交替模式、USB 2.0 和 USB 3.0

可使用非 USB Type-C 笔记本电脑来测试 DisplayPort 交替模式，从而允许用户模拟 DisplayPort DFP_D（视频发送器）或 UFP_D（视频接收器）。

7.1.3.1 所需硬件

为了测试 DP 交替模式和 USB 3.0，需要以下硬件：

- 配备 USB Type-A 插座和 DisplayPort 视频输出端口的 Microsoft® Windows® PC
 - USB 2.0 或 USB 3.0 Type-A 转 Type-B 电缆
 - USB 2.0 或 USB 3.0 或 USB Type-C 闪存驱动器
 - USB 2.0 Type-A 转 Micro USB 电缆
- USB Type-C 电缆
- 配备 DisplayPort 输入端口的监视器
- Mini DisplayPort 转 DisplayPort 电缆或 USB Type-C 转 DisplayPort 电缆
- FTDI 板（用于对 TPS65994EVM 进行编程并连接配置工具）
- Dell 笔记本电脑电源（型号 492-BBGP）

使用 TPS65994EVM 与 DP 扩展板，通过默认固件测试 DP 交替模式以及 USB 数据。执行此操作前，请通过 DP 扩展板将笔记本电脑的 DP 发送器连接到 TPS65994EVM。接下来，用 USB Type-B 转 USB Type-A 电缆将 TPS65994EVM 连接到 Windows 计算机。若要测试 DP，请用 mini-DP 转 DP 电缆将 DP 扩展板连接到监视器，并用 USB Type-C 转 USB Type-C 电缆将笔记本电脑连接到 TPS65994EVM。若要测试 USB 功能，请将 USB Type-C 闪存驱动器连接到 TPS65994EVM 上的另一个 USB Type-C 端口，或者在 DP-EXPANSION-EVM 上插入一个 Type-A 闪存驱动器。监视器会显示来自 DP 源端的信号。闪存驱动器会在 Windows PC 上进行枚举。表 7 说明了此测试设置。

8 调试 EVM

本节讨论了各种调试示例。在 EVM 上使用的测试和调试方法可应用于实际系统，以帮助发现任何问题。

8.1 未建立连接

以下检查有助于解决将该 EVM 连接到另一个 EVM 或 USB Type-C 设备时状态 LED 不亮的问题：

- 使用 TPS65994 配置工具确认已在 TPS65994 上加载固件映像
- 确认 CC 线路切换为双角色端口功能
- 验证以下系统电源：
 - System_3V3 和 VIN_3V3 : 3.3V
 - System_5V : 5V
 - 桶形插孔和 SYS_PWR : 20V
 - LDO_3V3 : 3.3V
- 确认连接的设备兼容。以下是一些兼容的连接：
 - 双角色端口 → UFP
 - 双角色端口 → DFP
 - DFP → UFP
- 连接后确认 VBUS 达到 5V

8.2 复位行为

错误配置和短路会导致 USB Type-C PD 系统不断复位。应通过以下检查来调试这些类型的问题：

- 确认基本电源路径具有正确的电压：
 - System_3V3 和 System_5V
 - 系统电源 : 20V (或配置的适当电压)
- 检查 VBUS、CC1 和 CC2 是否有异常。
- VBUS 短路时，VBUS 上的初始 5V 电压不存在
- 插入时检查 VBUS 上是否有小幅电压尖峰，从而确认一旦检测到过流情况，PP 或 PP_EXT 开关便会闭合并随后断开。

9 TPS65994EVM 原理图

图 9-1 至图 9-7 显示了 TPS65994EVM 原理图。

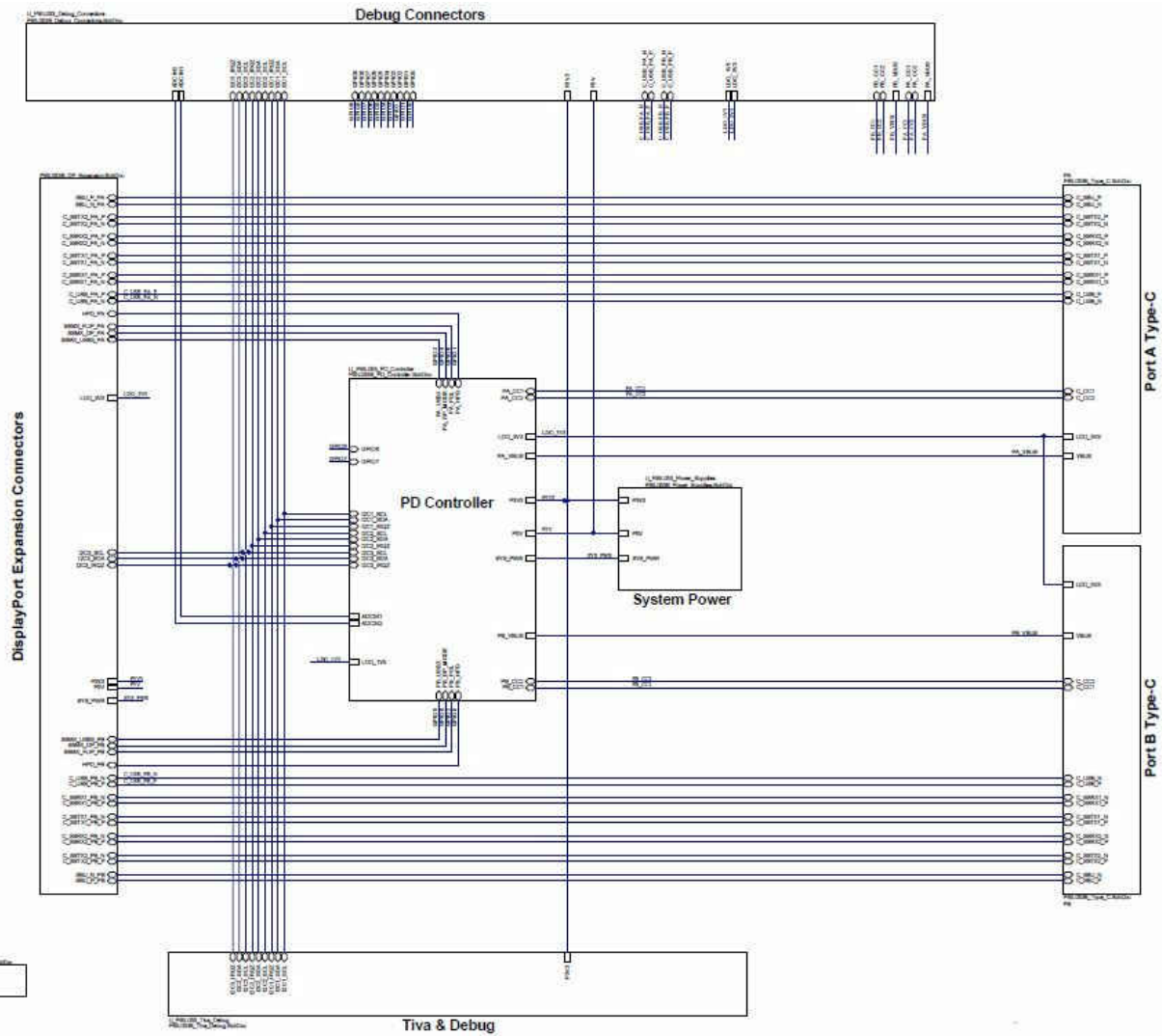


图 9-1. TPS65994EVM 方框图

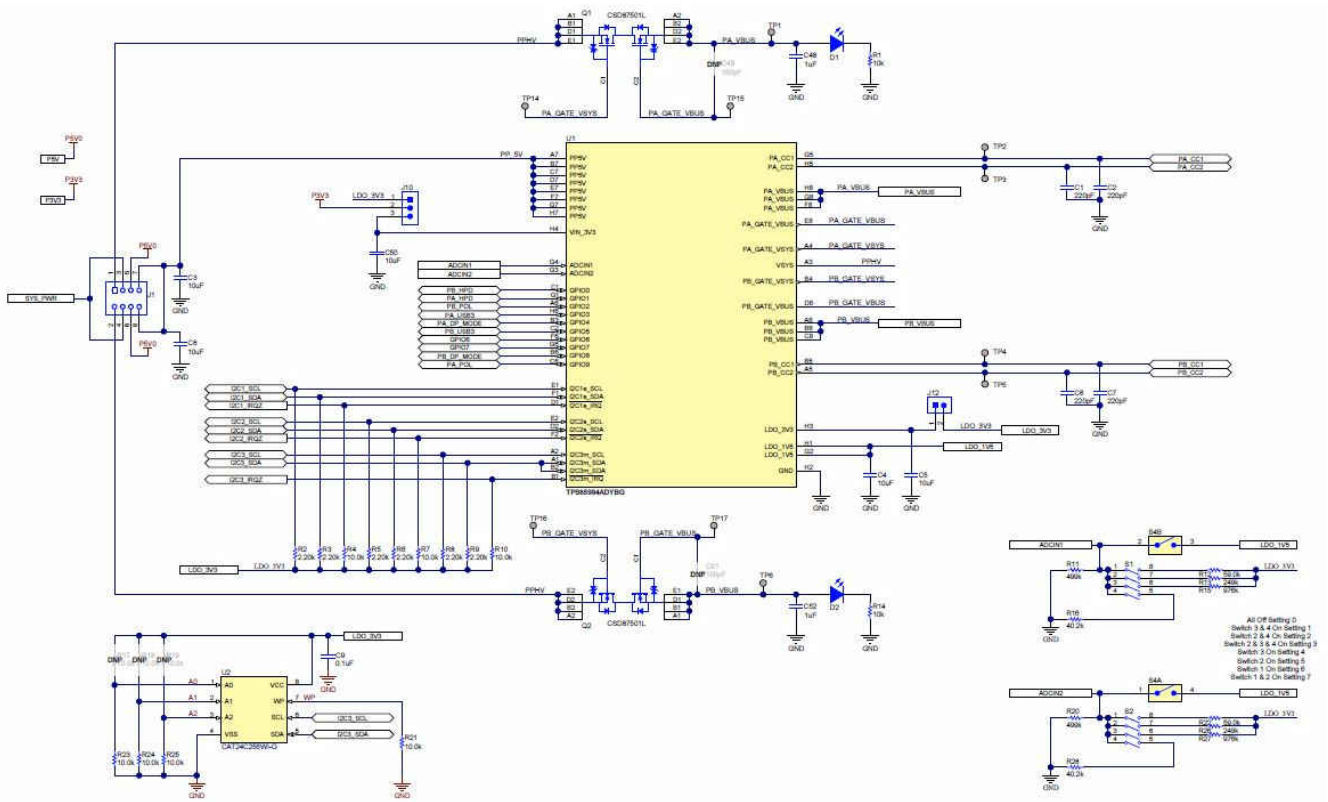


图 9-2. TPS65994EVM PD 控制器

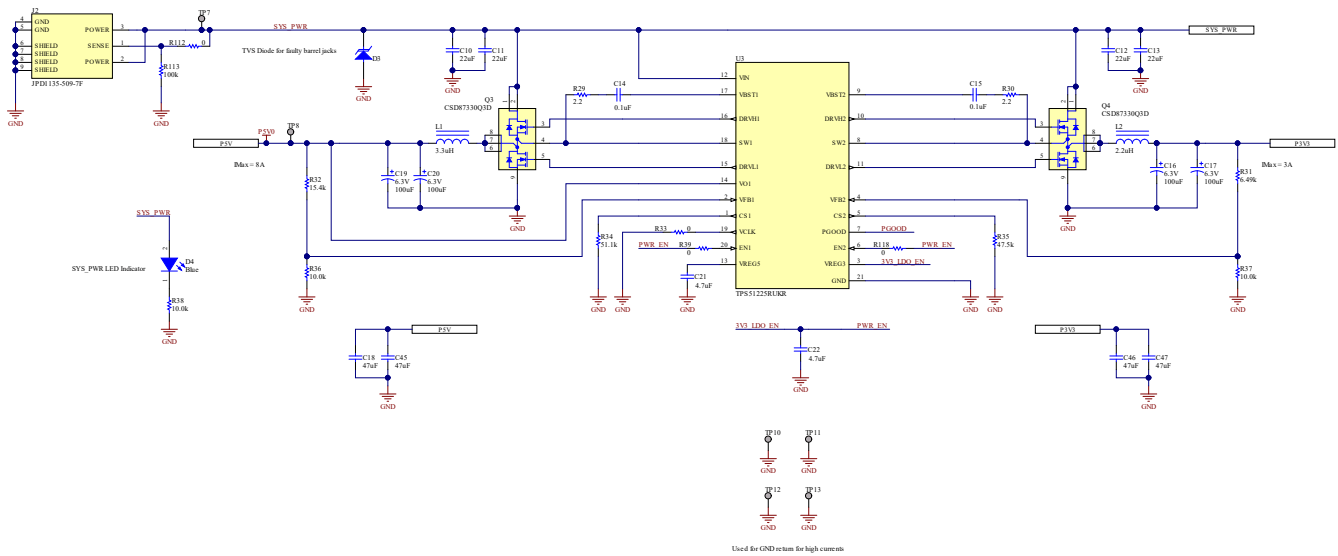
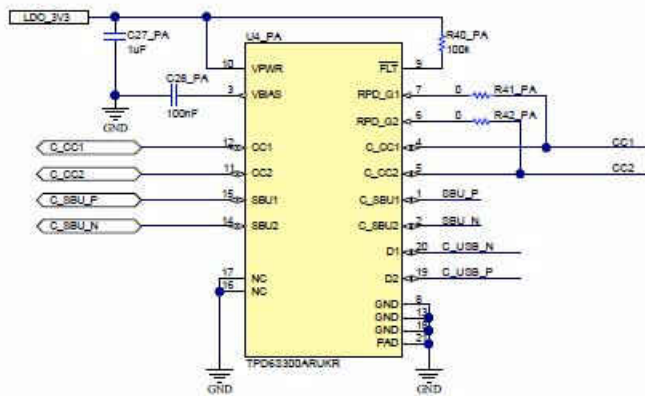
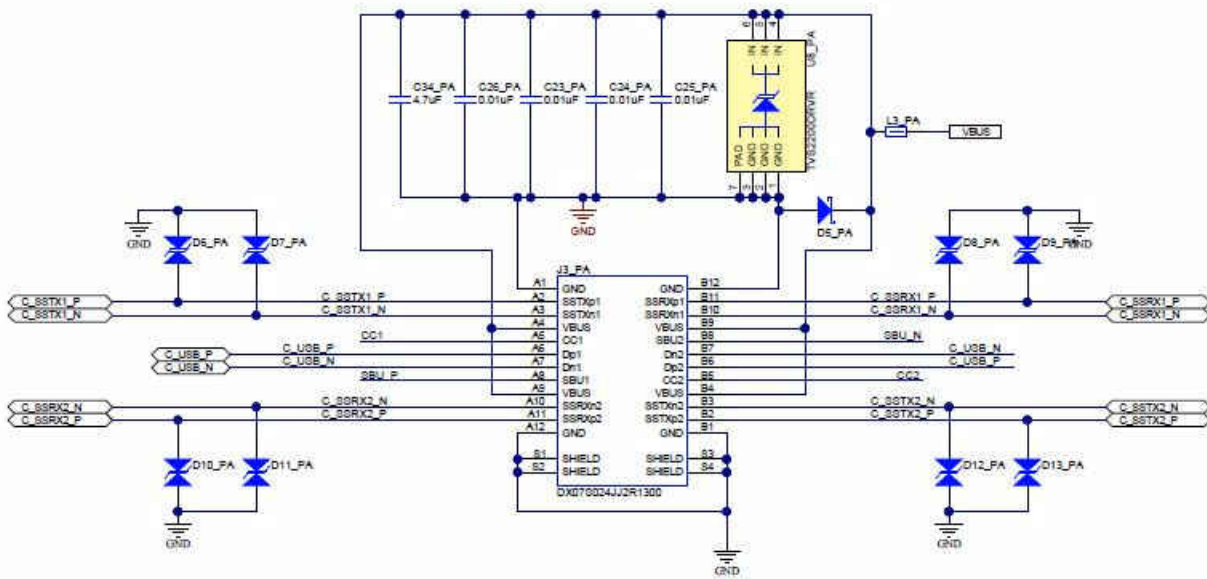


图 9-3. TPS65994EVM 电源



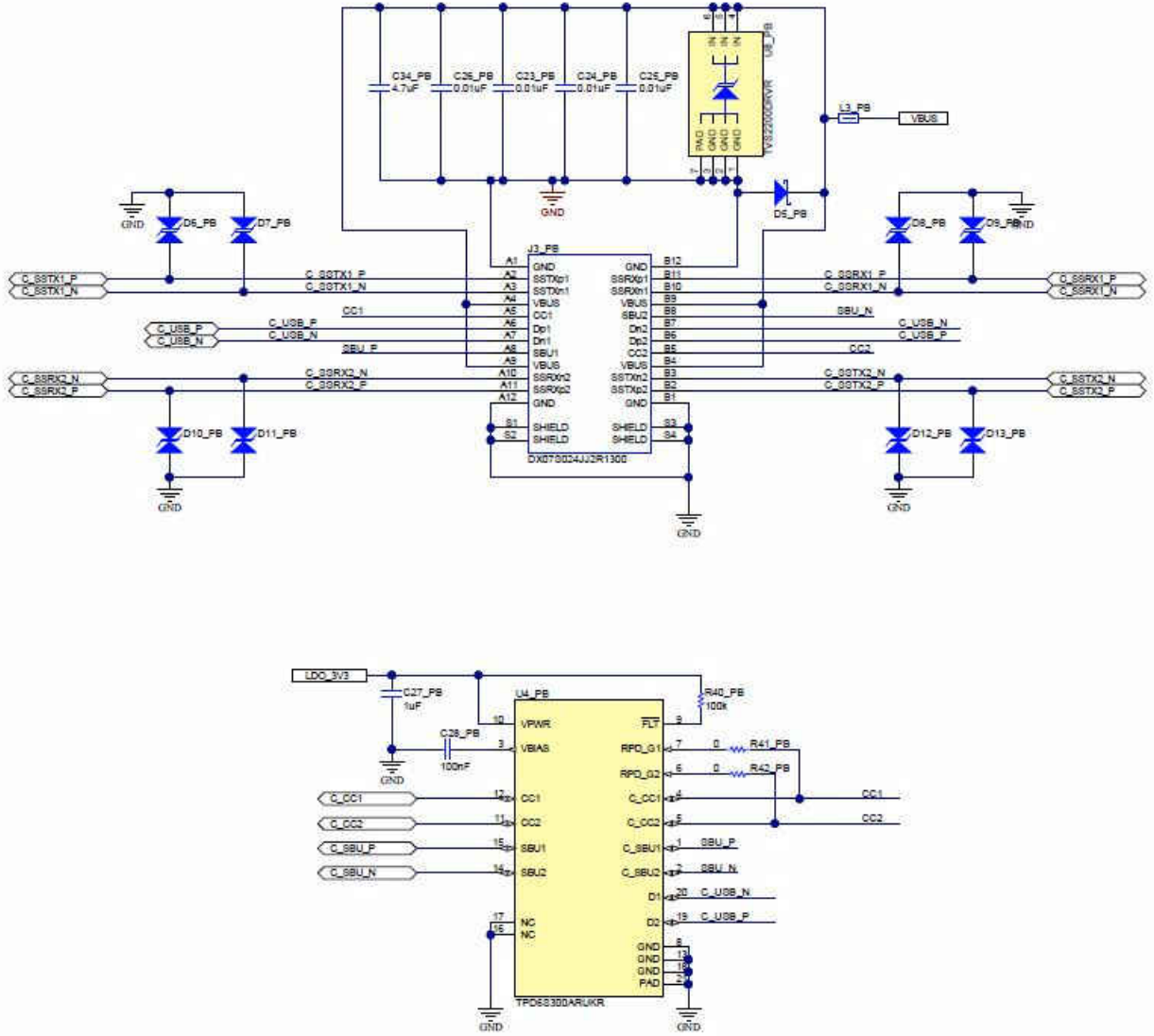


图 9-4. TPS65994EVM USB Type-C™ 连接器

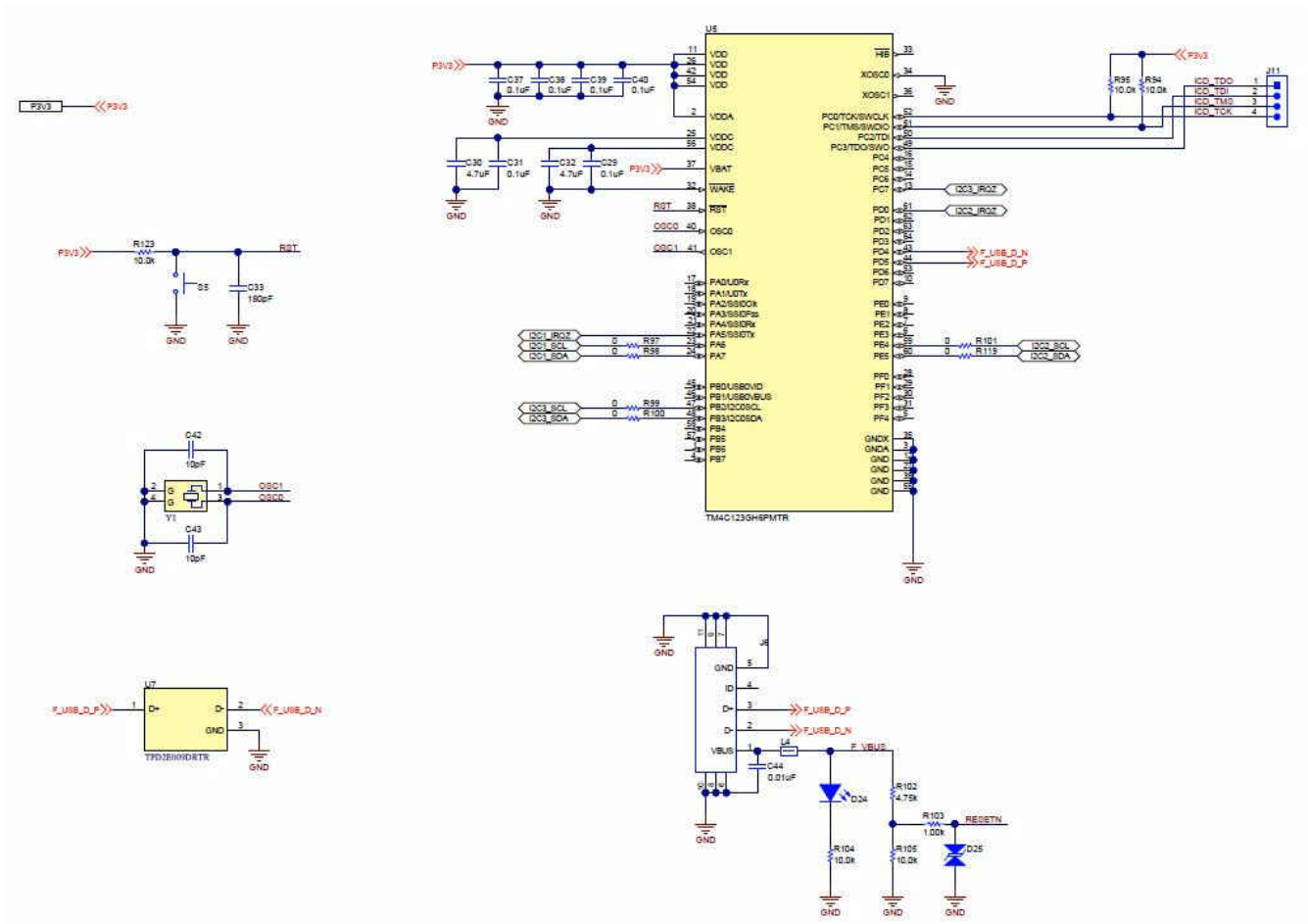


图 9-5. TPS65994EVM Tiva 调试



图 9-7. TPS65994EVM 扩展连接器

10 TPS65994EVM 电路板布局

图 10-1 至图 10-10 显示了 TPS65994EVM 电路板布局图像。

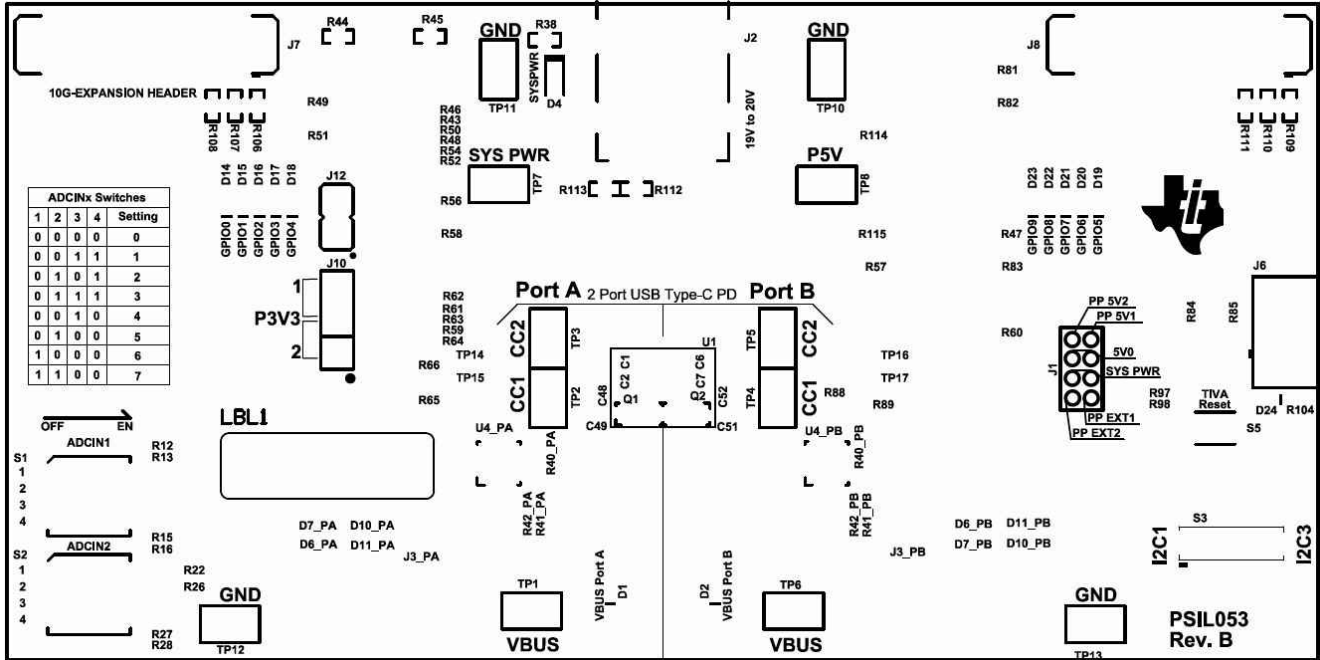


图 10-1. TPS65994EVM 顶部丝网印刷层

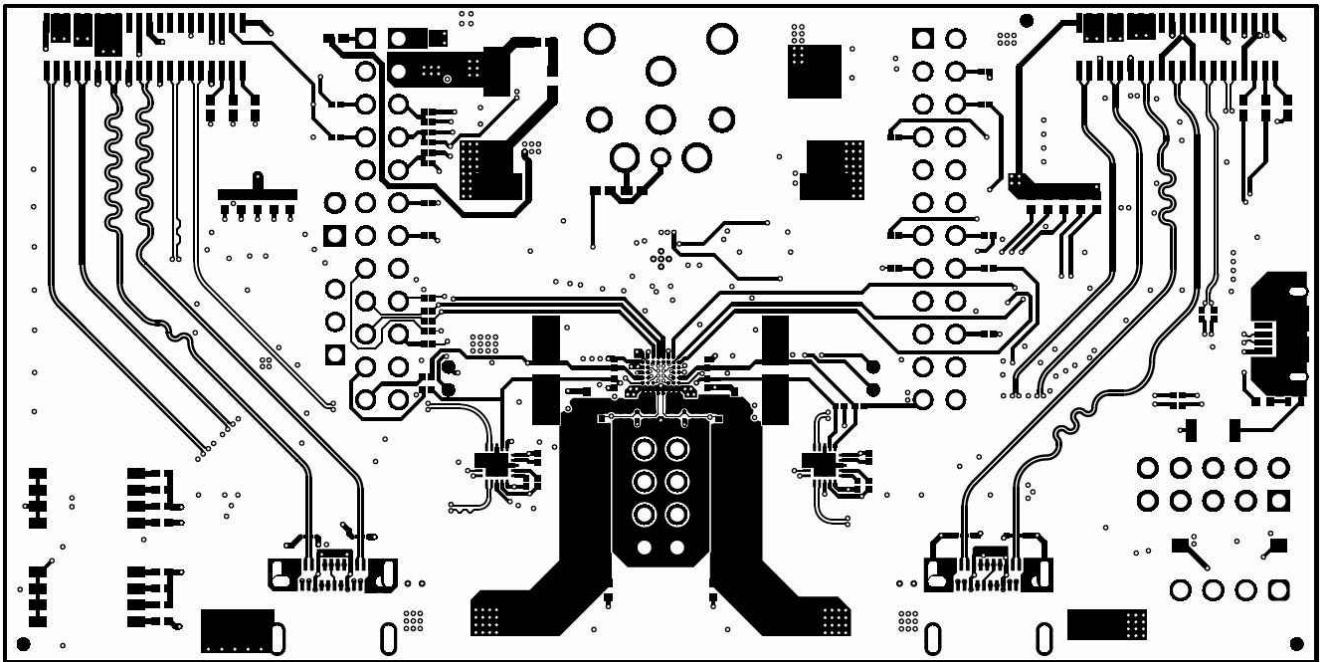


图 10-2. TPS65994EVM 顶层

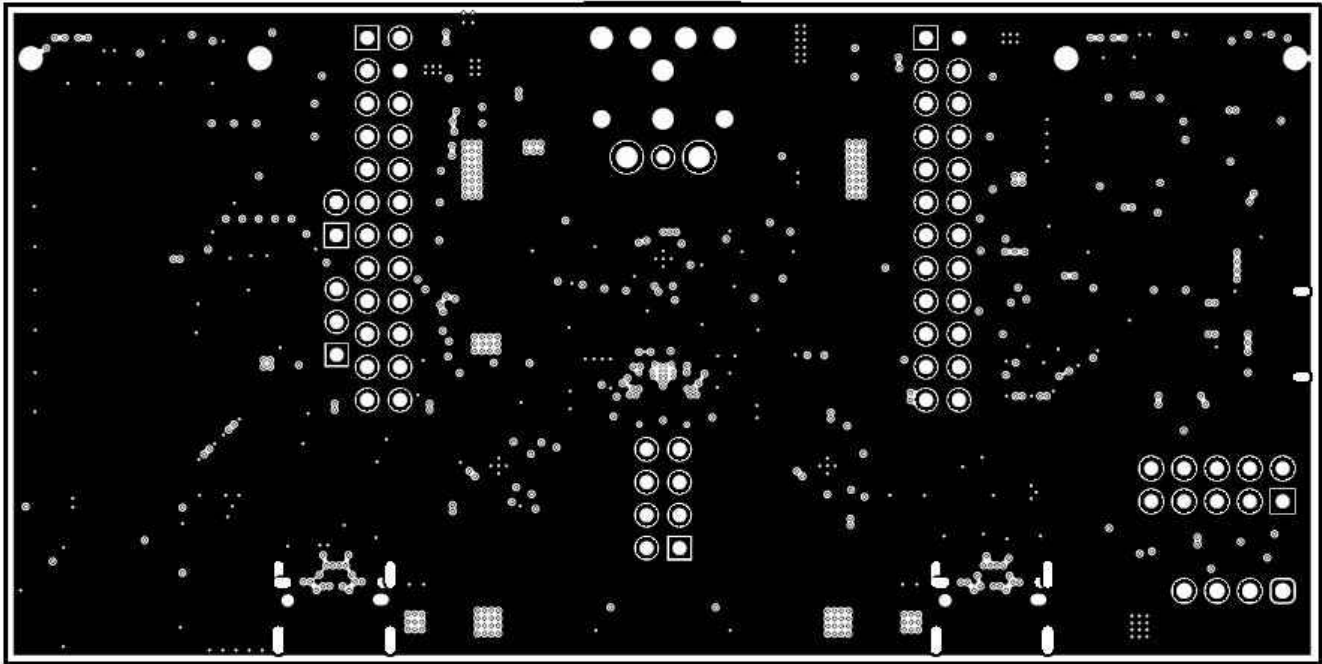


图 10-3. TPS65994EVM GND 层 1

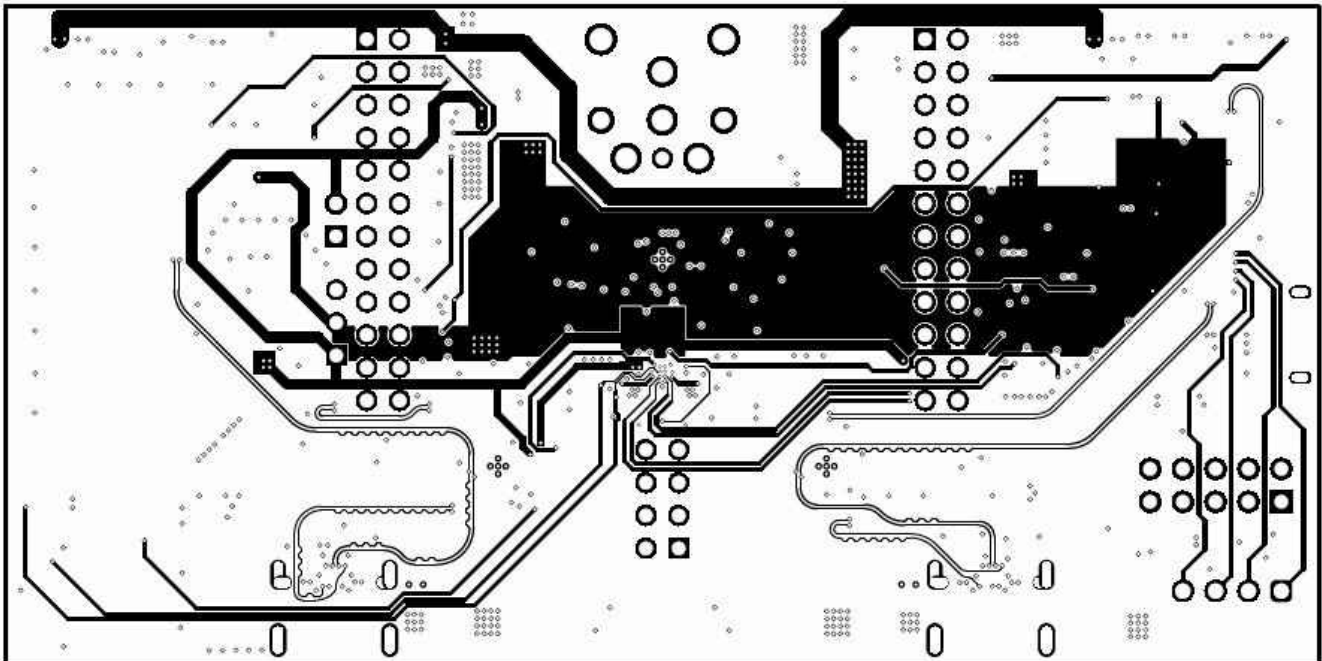


图 10-4. TPS65994EVM 高速层

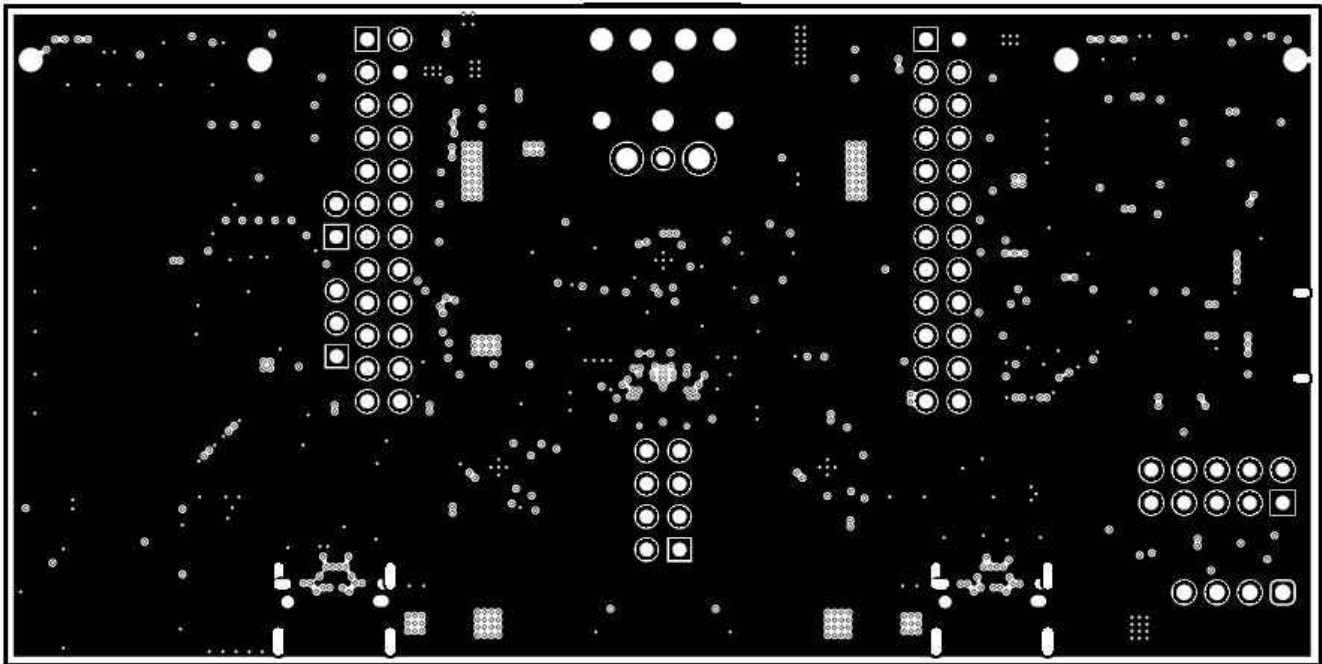


图 10-5. TPS65994EVM GND 层 2

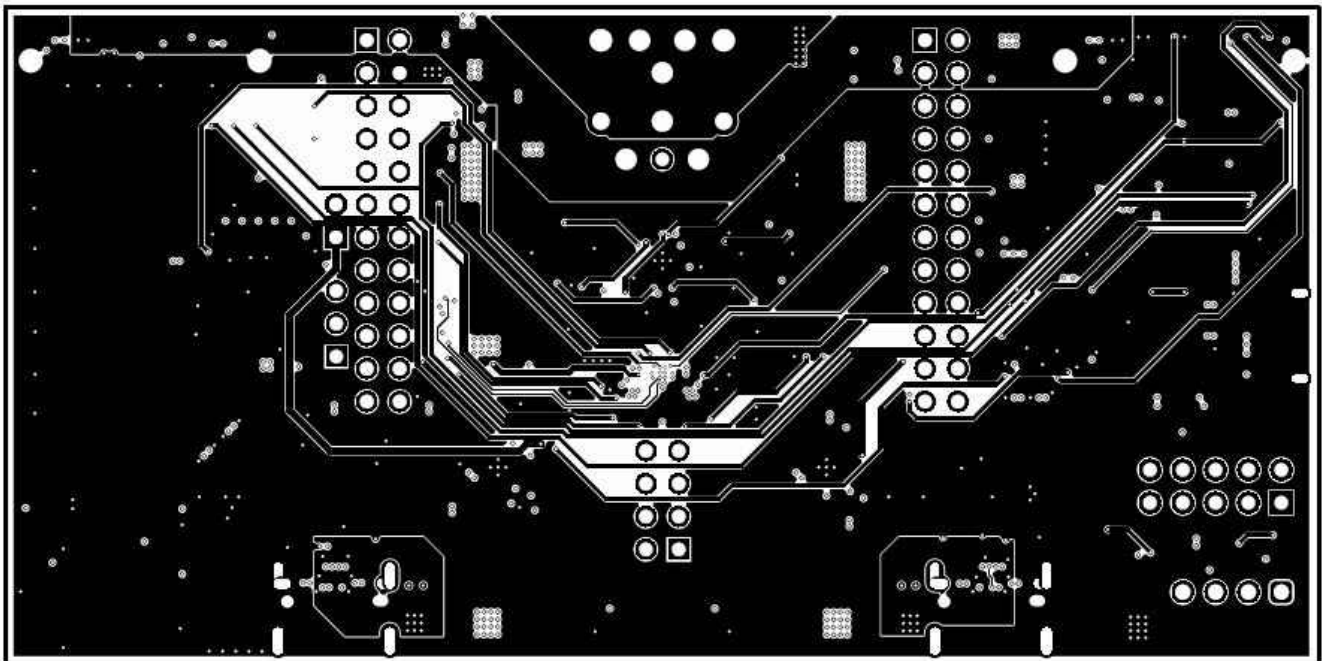


图 10-6. TPS65994EVM 电源层 1

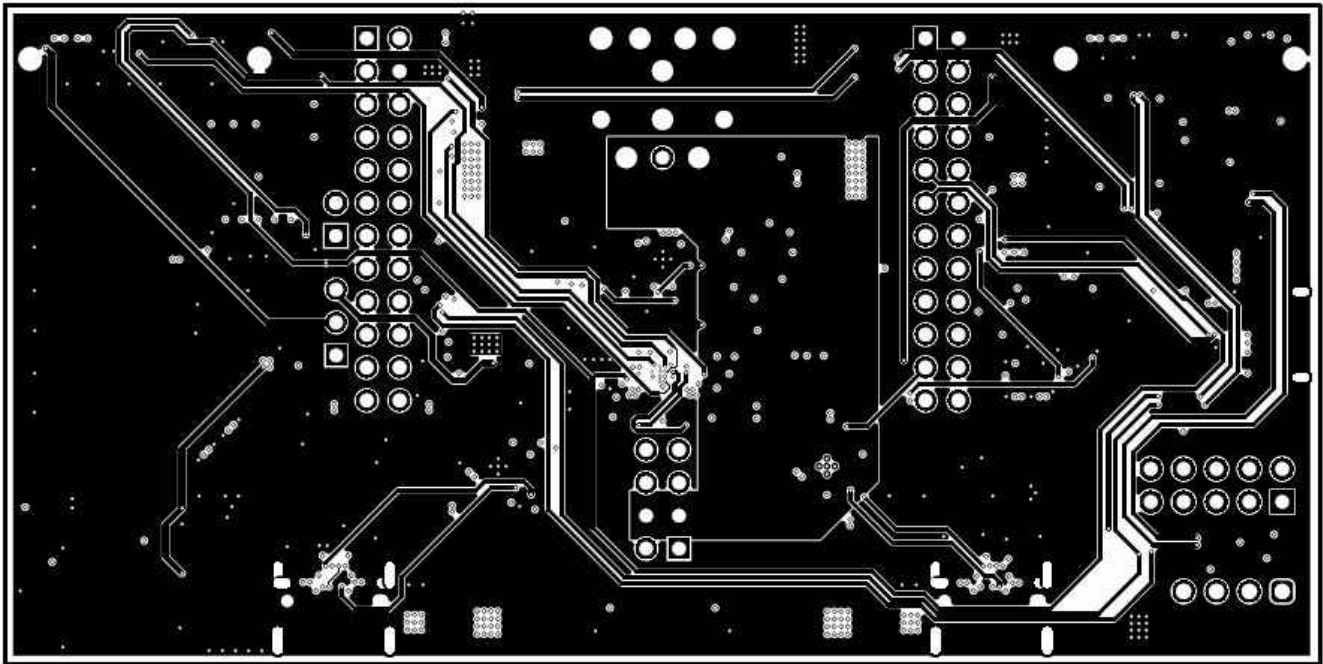


图 10-7. TPS65994EVM 电源层 2

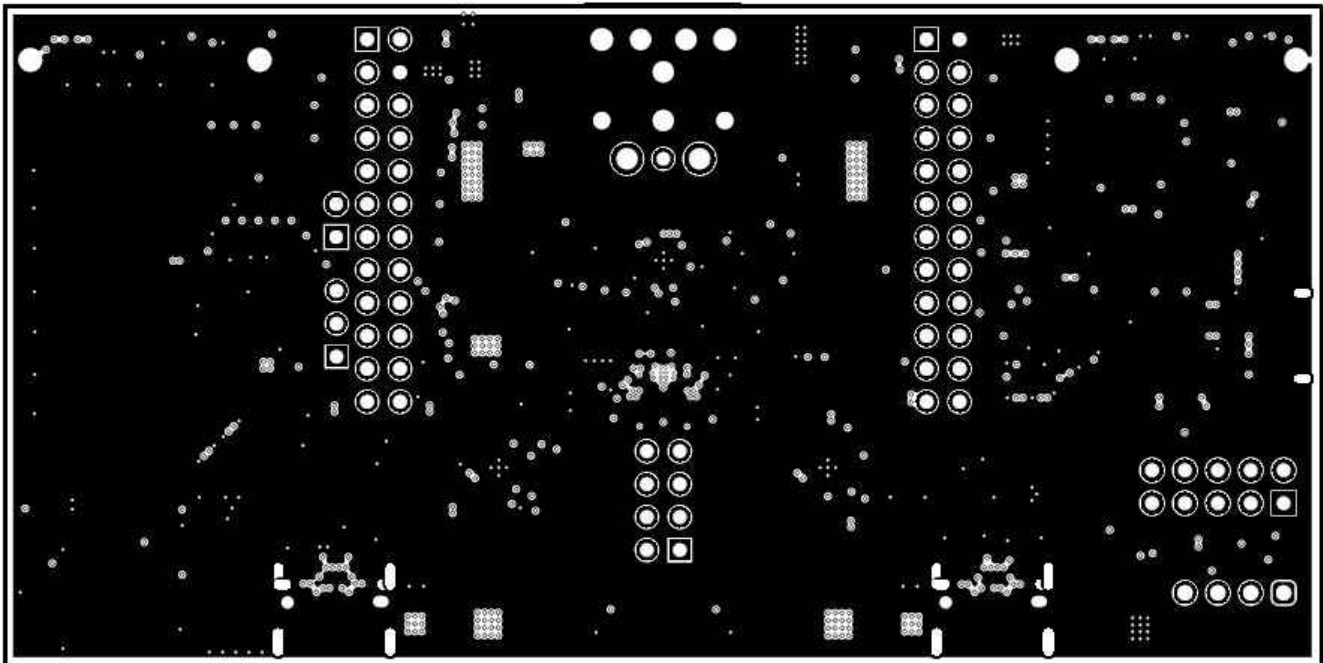


图 10-8. TPS65994EVM GND 层 3

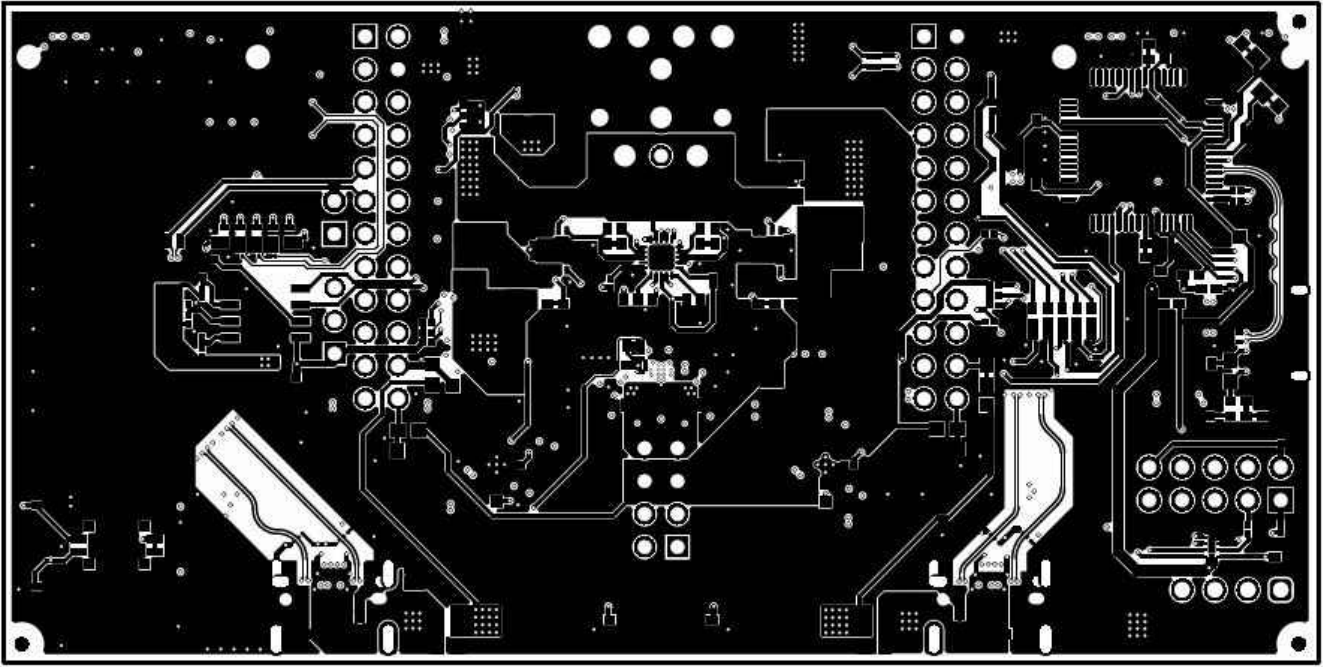


图 10-9. TPS65994EVM 底层

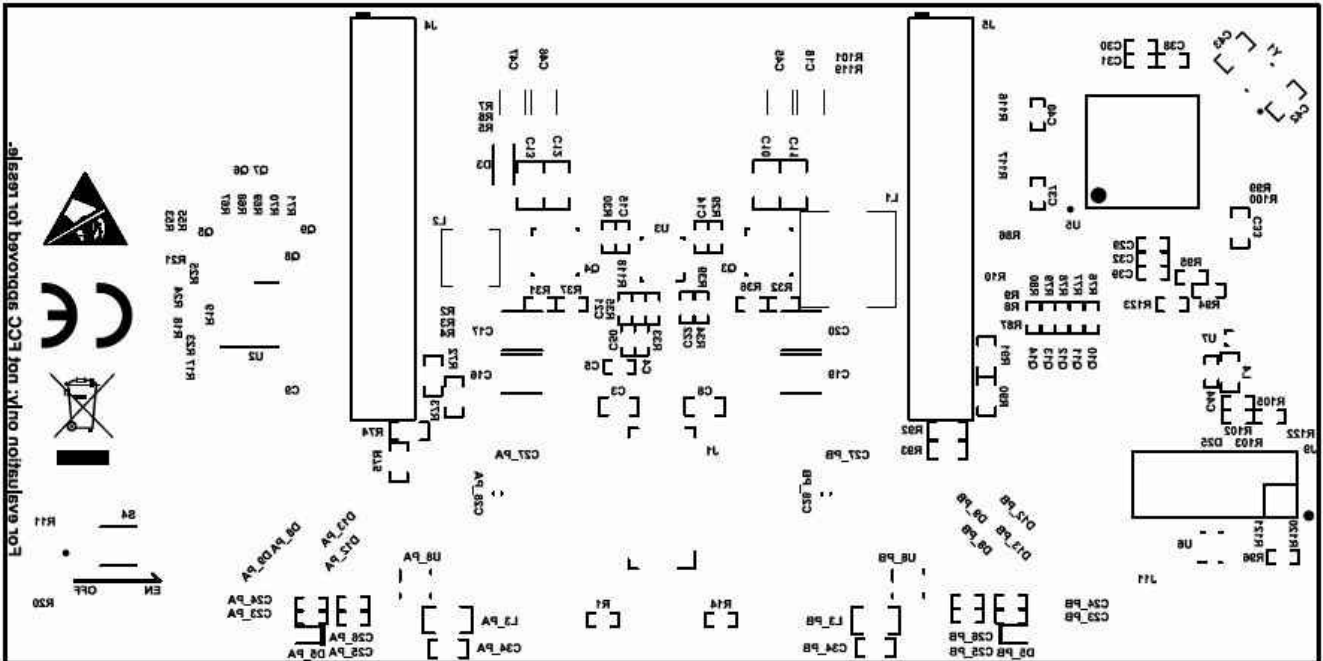


图 10-10. TPS65994EVM 底部丝网印刷层

11 TPS65994EVM 物料清单

表 11-1 列出了 TPS65994EVM 物料清单。

表 11-1. TPS65994EVM BOM

| 名称 | 数量 | 值 | 说明 | 封装参考 | 器件型号 | 制造商 |
|---|----|--------|---|------------------------------------|----------------------|----------------------------------|
| !PCB1 | 1 | | 印刷电路板 | | PSIL053 | 不限 |
| C1, C2, C6, C7 | 4 | 220pF | 电容, 陶瓷, 220pF, 50V, +/-10%, X7R, AEC-Q200 1级, 0201 | 0201 | CGA1A2X7R1H221K030BA | TDK |
| C3、C8 | 2 | 10μF | 电容, 陶瓷, 10μF, 25V, +/-20%, X5R, 0603 | 0603 | GRM188R61E106MA73D | MuRata (村田) |
| C4, C5, C50 | 3 | 10μF | 电容, 陶瓷, 10μF, 10V, +/-20%, X5R, 0402 | 0402 | CL05A106MP5NUNC | Samsung Electro-Mechanics (三星电机) |
| C9, C29, C31, C37, C38, C39, C40 | 7 | 0.1μF | 电容, 陶瓷, 0.1μF, 50V, +/-10%, X7R, 0402 | 0402 | C1005X7R1H104K050BB | TDK |
| C10, C11, C12, C13 | 4 | 22μF | 电容, 陶瓷, 22μF, 35V, +/-20%, X5R, 0805 | 0805 | C2012X5R1V226M125AC | TDK |
| C14、C15 | 2 | 0.1μF | 电容, 陶瓷, 0.1μF, 35V, +/-10%, X5R, 0402 | 0402 | GMK105BJ104KV-F | Taiyo Yuden (太阳诱电) |
| C16, C17, C19, C20 | 4 | 100μF | 电容, 钽, 100μF, 6.3V, +/-20%, 0.015Ω, SMD | 3528-21 | T520B107M006ATE015 | Kemet (基美) |
| C18, C45, C46, C47 | 4 | 47μF | 电容, 陶瓷, 47μF, 10V, +/-20%, X5R, 1206 | 1206 | C3216X5R1A476M160AB | TDK |
| C21, C22 | 2 | 4.7μF | 电容, 陶瓷, 4.7μF, 6.3V, +/-20%, X5R, 0402 | 0402 | GRM155R60J475ME87D | MuRata (村田) |
| C23_PA, C23_PB, C24_PA, C24_PB, C25_PA, C25_PB, C26_PA, C26_PB, C44 | 9 | 0.01μF | 电容, 陶瓷, 0.01μF, 50V, +/-5%, X7R, 0402 | 0402 | C0402C103J5RACTU | Kemet (基美) |
| C27_PA, C27_PB | 2 | 1μF | 电容, 陶瓷, 1μF, 6.3V, +/-20%, X5R, 0201 | 0201 | GRM033R60J105MEA2D | MuRata (村田) |
| C28_PA, C28_PB | 2 | 0.1μF | 电容, 陶瓷, 0.1μF, 100V, +/-10%, X7R, AEC-Q200 1级, 0603 | 0603 | GCJ188R72A104KA01D | MuRata (村田) |
| C30, C32 | 2 | 4.7μF | 电容, 陶瓷, 4.7μF, 10V, +/-20%, X5R, 0402 | 0402 | C1005X5R1A475M050BC | TDK |
| C33 | 1 | 180pF | 电容, 陶瓷, 180pF, 50V, +/-5%, C0G/NP0, 0603 | 0603 | 06035A181JAT2A | AVX |
| C34_PA, C34_PB | 2 | 4.7μF | 电容, 陶瓷, 4.7μF, 35V, +/-10%, X5R, 0603 | 0603 | GRM188R6YA475KE15D | MuRata (村田) |
| C42, C43 | 2 | 10pF | 电容, 陶瓷, 10pF, 50V, +/-5%, C0G/NP0, 0603 | 0603 | 06035A100JAT2A | AVX |
| C48, C52 | 2 | 1μF | 电容, 陶瓷, 1μF, 35V, +/-10%, X5R, 0402 | 0402 | GRM155R6YA105KE11D | MuRata (村田) |
| D1, D2, D14, D15, D16, D17, D18, D19, D20, D21, D22, D23, D24 | 13 | 白色 | LED, 白色, SMD | 0402, 白色 | LW QH8G-Q2S2-3K5L-1 | OSRAM |
| D3 | 1 | 24V | 二极管, TVS, 双向, 24V, 70Vc, SOD323, 2 引线, 封装 1.9x1.45mm, 无极性标记 | SOD323, 2 引线, 封装 1.9x1.45mm, 无极性标记 | PESD24VL1BA, 115 | NXP Semiconductor (恩智浦半导体) |
| D4 | 1 | 蓝色 | LED, 蓝色, SMD | LED_0603 | 150060BS75000 | Würth Elektronik (伍尔特电子) |

表 11-1. TPS65994EVM BOM (continued)

| 名称 | 数量 | 值 | 说明 | 封装参考 | 器件型号 | 制造商 |
|--|----|-------------|---|-----------------------------------|-----------------------------|---|
| D5_PA , D5_PB | 2 | 30V | 二极管, 肖特基, 30V, 2A, 2-XFDFN | 2-XFDFN | NSR20F30NXT5G | ON Semiconductor (安森美半导体) |
| D6_PA , D6_PB , D7_PA , D7_PB , D8_PA , D8_PB , D9_PA , D9_PB , D10_PA , D10_PB , D11_PA , D11_PB , D12_PA , D12_PB , D13_PA , D13_PB | 16 | | 适用于 USB Type-C 和 Thunderbolt 3 的单通道 ESD 保护二极管, DPL0002A (X2SON-2) | DPL0002A | TPD1E01B04DPLR | 德州仪器 (TI) |
| D25 | 1 | | 具有低动态电阻和低钳位电压的单通道 ESD 保护二极管, DPY0002A (X1SON-2) | DPY0002A | TPD1E1B04DPYR | 德州仪器 (TI) |
| J1 | 1 | | 插座, 2.54mm, 4x2, 金, TH | 插座, 2.54mm, 4x2, TH | SSQ-104-03-G-D | Samtec (申泰) |
| J2 | 1 | | 连接器, 直流电源插孔, R/A, 3 位, TH | 电源连接器 | JPD1135-509-7F | Foxconn (富士康) |
| J3_PA , J3_PB | 2 | | 插座, USB 3.1 Type C, R/A, 金, SMT | 插座, USB 3.1 Type C, R/A, SMT | DX07S024JJ2R1300 | JAE Electronics (日本航空电子) |
| J4 , J5 | 2 | | 插座, 12x2, 2.54mm, 金, TH | 插座, 12x2, 2.54mm, TH | SSW-112-01-G-D | Samtec (申泰) |
| J6 | 1 | | 连接器, 插座, USB Micro B, R/A, SMT | 连接器, 插座, USB Micro B, R/A, SMT | 10118193-0001LF | FCI |
| J7 , J8 | 2 | | 插座, 0.8mm, 20x2, 金, SMT | 插座, 0.8mm, 20x2, 金, SMT | LSEM-120-03.0-F-DV-A-N-K-TR | Samtec (申泰) |
| J9 | 1 | | 接头, 100mil, 5x2, 锡, TH | 接头, 5x2, 100mil, 锡 | PEC05DAAN | Sullins Connector Solutions (赛凌思科技有限公司) |
| J10 | 1 | | 接头, 100mil, 3x1, 锡, TH | 接头, 3 引脚, 100mil, 锡 | PEC03SAAN | Sullins Connector Solutions (赛凌思科技有限公司) |
| J11 | 1 | | 接头, 2.54mm, 4x1, 金, TH | 接头, 2.54mm, 4x1, TH | 61300411121 | Würth Elektronik (伍尔特电子) |
| J12 | 1 | | 接头, 100mil, 2x1, 镀金, TH | Sullins 100mil, 1x2, 绝缘体上方 230mil | PBC02SAAN | Sullins Connector Solutions (赛凌思科技有限公司) |
| L1 | 1 | 3.3uH | 电感器, 屏蔽鼓芯, 超通量, 3.3uH, 8A, 0.0096 Ω , SMD | 6.9x4.8x6.9mm | 744314330 | Würth Elektronik (伍尔特电子) |
| L2 | 1 | 2.2uH | 电感器, 屏蔽鼓芯, 铁粉, 2.2uH, 3.25A, 0.051 Ω , SMD | 4.45x1.8x4.06mm | 74437324022 | Würth Elektronik (伍尔特电子) |
| L3_PA , L3_PB | 2 | 22 Ω | 铁氧体磁珠, 22 Ω @ 100MHz, 6A, 0805 | 0805 | 742792021 | Würth Elektronik (伍尔特电子) |
| L4 | 1 | 26 Ω | 铁氧体磁珠, 26 Ω (100MHz 时), 6.5A, 0603 | 0603 | 74279228260 | Würth Elektronik (伍尔特电子) |
| LBL1 | 1 | | 热转印打印标签, 0.650" (宽) x 0.200" (高) - 10,000/卷 | PCB 标签 0.650 x 0.200 英寸 | THT-14-423-10 | Brady (布雷迪) |

表 11-1. TPS65994EVM BOM (continued)

| 名称 | 数量 | 值 | 说明 | 封装参考 | 器件型号 | 制造商 |
|--|----|---------------|--|----------|------------------|--------------------|
| Q1, Q2 | 2 | 30V | MOSFET, 2 沟道, N 沟道, 30V, A, YJG0010A (PICOSTAR-10) | YJG0010A | CSD87501L | 德州仪器 (TI) |
| Q3, Q4 | 2 | 30V | MOSFET, 2 沟道, N 沟道, 30V, 20A, DQZ0008A (LSON-CLIP-8) | DQZ0008A | CSD87330Q3D | 德州仪器 (TI) |
| Q5, Q6, Q7, Q8, Q9, Q10, Q11, Q12, Q13, Q14 | 10 | 20V | MOSFET, N 沟道, 20V, 0.5A, YJM0003A (PICOSTAR-3) | YJM0003A | CSD15380F3 | 德州仪器 (TI) |
| R1, R14, R67, R68, R69, R70, R71, R76, R77, R78, R79, R80, R96 | 13 | 10k | 电阻, 10k, 5%, 0.063W, AEC-Q200 0 级, 0402 | 0402 | CRCW040210K0JNED | Vishay-Dale (威世达勒) |
| R2, R3, R5, R6, R8, R9 | 6 | 2.20k | 电阻, 2.20k, 1%, 0.05W, 0201 | 0201 | CRCW02012K20FKED | Vishay-Dale (威世达勒) |
| R4, R7, R10, R21, R23, R24, R25 | 7 | 10.0k | 电阻, 10.0k, 1%, 0.05W, 0201 | 0201 | CRCW020110K0FKED | Vishay-Dale (威世达勒) |
| R11, R20 | 2 | 499k Ω | 电阻, 499k, 1%, 0.063W, AEC-Q200 0 级, 0402 | 0402 | CRCW0402499KFKED | Vishay-Dale (威世达勒) |
| R12, R22 | 2 | 59.0k | 电阻, 59.0k, 1%, 0.063W, AEC-Q200 0 级, 0402 | 0402 | CRCW040259K0FKED | Vishay-Dale (威世达勒) |
| R13, R26 | 2 | 249k | 电阻, 249k, 1%, 0.063W, AEC-Q200 0 级, 0402 | 0402 | CRCW0402249KFKED | Vishay-Dale (威世达勒) |
| R15, R27 | 2 | 976k | 电阻, 976k, 1%, 0.063W, AEC-Q200 0 级, 0402 | 0402 | CRCW0402976KFKED | Vishay-Dale (威世达勒) |
| R16, R28 | 2 | 40.2k | 电阻, 40.2k, 1%, 0.063W, AEC-Q200 0 级, 0402 | 0402 | CRCW040240K2FKED | Vishay-Dale (威世达勒) |
| R29, R30 | 2 | 2.2 | 电阻, 2.2, 5%, 0.063W, AEC-Q200 0 级, 0402 | 0402 | CRCW04022R20JNED | Vishay-Dale (威世达勒) |
| R31 | 1 | 6.49k | 电阻, 6.49k, 1%, 0.063W, AEC-Q200 0 级, 0402 | 0402 | CRCW04026K49FKED | Vishay-Dale (威世达勒) |
| R32 | 1 | 15.4k | 电阻, 15.4k, 1%, 0.063W, AEC-Q200 0 级, 0402 | 0402 | CRCW040215K4FKED | Vishay-Dale (威世达勒) |
| R34 | 1 | 51.1k | 电阻, 51.1k, 1%, 0.063W, AEC-Q200 0 级, 0402 | 0402 | CRCW040251K1FKED | Vishay-Dale (威世达勒) |
| R35 | 1 | 47.5k | 电阻, 47.5k, 1%, 0.063W, AEC-Q200 0 级, 0402 | 0402 | CRCW040247K5FKED | Vishay-Dale (威世达勒) |
| R36, R37, R38, R94, R95, R104, R105, R123 | 8 | 10.0k | 电阻, 10.0k Ω , 1%, 0.063W, AEC-Q200 0 级, 0402 | 0402 | CRCW040210K0FKED | Vishay-Dale (威世达勒) |

表 11-1. TPS65994EVM BOM (continued)

| 名称 | 数量 | 值 | 说明 | 封装参考 | 器件型号 | 制造商 |
|--|----|-------|---|-------------------------|------------------|---------------------------------------|
| R39, R41_PA, R41_PB, R42_PA, R42_PB, R43, R47, R49, R50, R51, R54, R56, R57, R58, R59, R60, R61, R62, R63, R64, R65, R66, R81, R82, R83, R86, R87, R88, R89, R97, R98, R99, R100, R101, R114, R115, R118, R119, R120, R121, R122 | 41 | 0 | 电阻, 0, 5%, 0.05W, 0201 | 0201 | CRCW02010000Z0ED | Vishay-Dale (威世达勒) |
| R40_PA, R40_PB | 2 | 100k | 电阻, 100kΩ, 1%, 0.05W, 0201 | 0201 | CRCW0201100KFKED | Vishay-Dale (威世达勒) |
| R73, R75, R91, R93 | 4 | 100k | 电阻, 100k, 1%, 0.1W, 0603 | 0603 | CRCW0603100KFKEA | Vishay-Dale (威世达勒) |
| R102 | 1 | 4.75k | 电阻, 4.75k, 1%, 0.063W, AEC-Q200 0 级, 0402 | 0402 | CRCW04024K75FKED | Vishay-Dale (威世达勒) |
| R103 | 1 | 1.00k | 电阻, 1.00k, 1%, 0.063W, AEC-Q200 0 级, 0402 | 0402 | CRCW04021K00FKED | Vishay-Dale (威世达勒) |
| R106, R107, R108, R109, R110, R111 | 6 | 0 | 电阻, 0, 5%, 0.063W, AEC-Q200 0 级, 0402 | 0402 | CRCW04020000Z0ED | Vishay-Dale (威世达勒) |
| R113 | 1 | 100k | 电阻, 100k, 1%, 0.063W, AEC-Q200 0 级, 0402 | 0402 | CRCW0402100KFKED | Vishay-Dale (威世达勒) |
| R116, R117 | 2 | 3.83k | 电阻, 3.83k, 1%, 0.05W, 0201 | 0201 | CRCW02013K83FKED | Vishay-Dale (威世达勒) |
| S1、S2 | 2 | | DIP 开关, SPST, 4 位, 滑动式, SMT | 6.2x2.0x6.2mm | TDA04H0SB1 | C&K Components |
| S3 | 1 | | 开关, 滑动式, SPST, 顶部滑动, SMT | 开关, 单个顶部滑动, 2.5x8x2.5mm | CHS-01TB | Copal Electronics (科宝电子) |
| S4 | 1 | | DIP 开关, SPST, 2 位, 滑动式, SMT | 开关, 4.7x1.45x3mm | CVS-02TB | Copal Electronics (科宝电子) |
| S5 | 1 | | 触控式开关, 单刀单掷-常开 0.05A/12V | 3mm x 1.6mm x 2.5mm | B3U-1000P | Omron Electronic Components (欧姆龙电子元件) |
| SH-J1、SH-J2、SH-J3、SH-J4、SH-J5、SH-J6 | 6 | | 分流器, 2.54mm, 金, 黑色 | 分流器, 2.54mm, 黑色 | 60900213421 | Würth Elektronik (伍尔特电子) |
| TP1, TP2, TP3, TP4, TP5, TP6, TP7, TP8, TP10, TP11, TP12, TP13 | 12 | | 测试点, 微型, SMT | 测试点, 微型, SMT | 5019 | Keystone |

表 11-1. TPS65994EVM BOM (continued)

| 名称 | 数量 | 值 | 说明 | 封装参考 | 器件型号 | 制造商 |
|------------------------------------|----|-------|--|----------------|----------------------------|---------------------------|
| U1 | 1 | | 具有集成电源开关的双端口 USB Type-C 和 USB PD 控制器 | DSBGA50 | TPS65994ADYBG | 德州仪器 (TI) |
| U2 | 1 | | 256kb I2C CMOS 串行 EEPROM, SOIC-8 | SOIC-8 | CAT24C256WI-G | ON Semiconductor (安森美半导体) |
| U3 | 1 | | 具有 5V 和 3.3V LDO 的双路同步降压控制器, RUK0020B (WQFN-20) | RUK0020B | TPS51225RUKR | 德州仪器 (TI) |
| U4_PA, U4_PB | 2 | | USB Type-C 端口保护器: VBUS 短路过压保护和 IEC ESD 保护, RUK0020B (WQFN-20) | RUK0020B | TPD6S300ARUKR | 德州仪器 (TI) |
| U5 | 1 | | Tiva C 系列微控制器, 256KB 闪存, 32KB SRAM, 12 位, 12 通道, -40°C 至 105°C, 64 引脚 LQFP (PM), 环保 (符合 RoHS 标准, 无镉/溴), 卷带封装 | PM0064A | TM4C123GH6PMTR | 德州仪器 (TI) |
| U6 | 1 | | 具有单使能端的高速 USB 2.0 (480Mbps) 1:2 多路复用器/多路解复用器开关, 6Ω RON, 2.5V 至 3.3V, -40°C 至 85°C, 10 引脚 UQFN (RSE), 环保 (符合 RoHS 标准, 无镉/溴) | RSE0010A | TS3USB221RSER | 德州仪器 (TI) |
| U7 | 1 | | 用于高速数据接口的 ESD 保护阵列, 2 通道, -40°C 至 +85°C, 3 引脚 SOT (DRT), 绿色环保 (符合 RoHS 标准, 无镉/溴) | DRT0003A | TPD2E009DRTR | 德州仪器 (TI) |
| U8_PA, U8_PB | 2 | | 22V 精密浪涌保护钳位器, DRV0006A (WSON-6) | DRV0006A | TVS2200DRVR | 德州仪器 (TI) |
| Y1 | 1 | | 晶振, 16MHz, 8pF, SMD | 3.2x0.75x2.5mm | NX3225GA-16.000M-STD-CRG-1 | NDK |
| C49, C51 | 0 | 150pF | 电容, 陶瓷, 150pF, 50V, +/-10%, X7R, 0201 | 0201 | GRM033R71H151KA12D | MuRata (村田) |
| FID1, FID2, FID3, FID4, FID5, FID6 | 0 | | 基准标记。没有需要购买或安装的元件。 | 不适用 | 不适用 | 不适用 |
| R17, R18, R19 | 0 | 10.0k | 电阻, 10.0k, 1%, 0.05W, 0201 | 0201 | CRCW020110K0FKED | Vishay-Dale (威世达勒) |
| R33, R112 | 0 | 0 | 电阻, 0, 5%, 0.063W, AEC-Q200 0 级, 0402 | 0402 | CRCW04020000Z0ED | Vishay-Dale (威世达勒) |
| R44, R45 | 0 | 0 | 电阻, 0, 5%, 0.063W, 0402 | 0402 | CRCW04020000Z0ED | Vishay-Dale (威世达勒) |
| R46, R48, R52, R53, R55, R84, R85 | 0 | 0 | 电阻, 0, 5%, 0.05W, 0201 | 0201 | CRCW02010000Z0ED | Vishay-Dale (威世达勒) |
| R72, R74, R90, R92 | 0 | 100k | 电阻, 100k, 1%, 0.1W, 0603 | 0603 | CRCW0603100KFKEA | Vishay-Dale (威世达勒) |

12 TPS65994QFNEVM 原理图

图 12-1 至图 12-7 显示了 TPS65994QFNEVM 原理图。

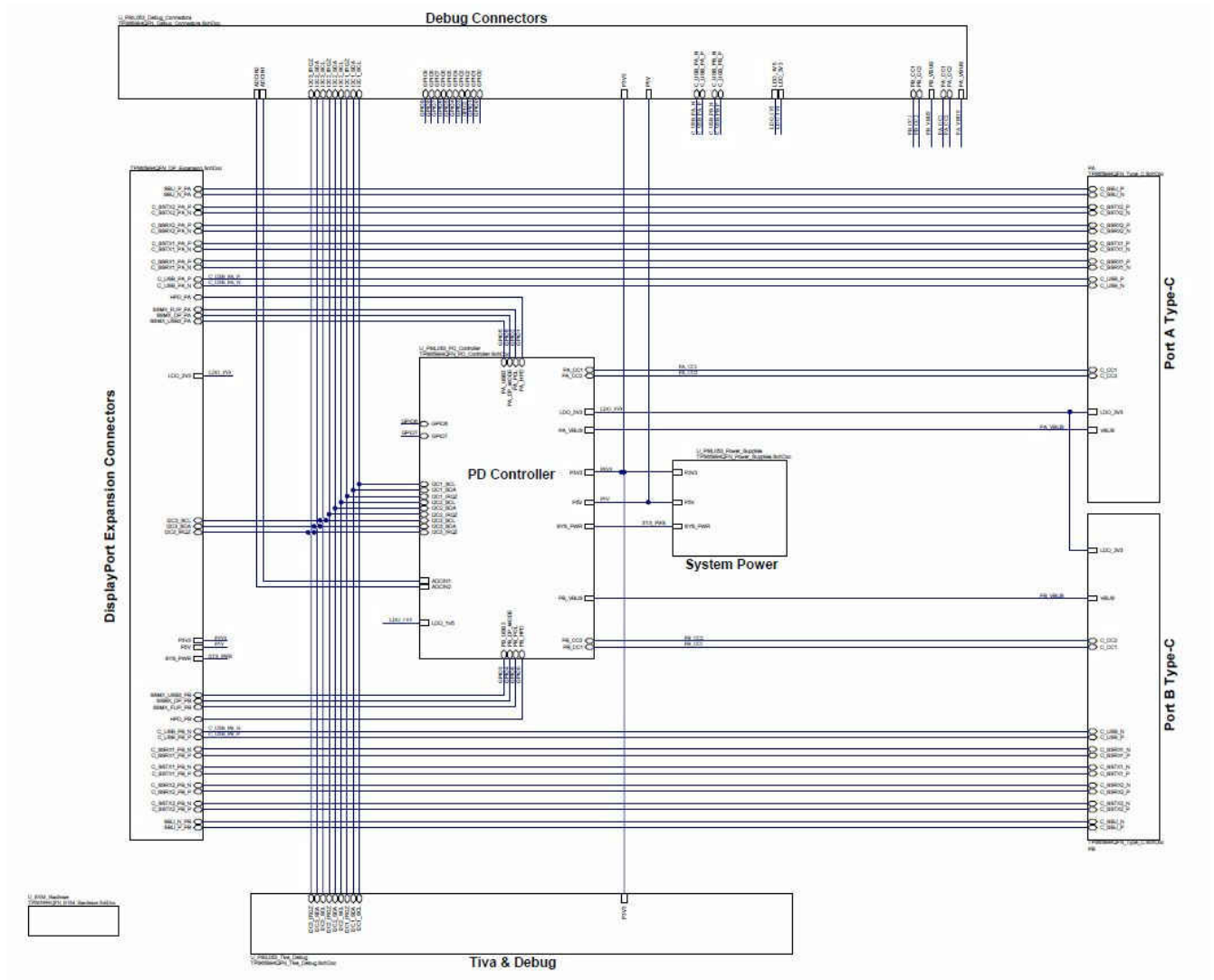


图 12-1. TPS65994QFNEVM 方框图

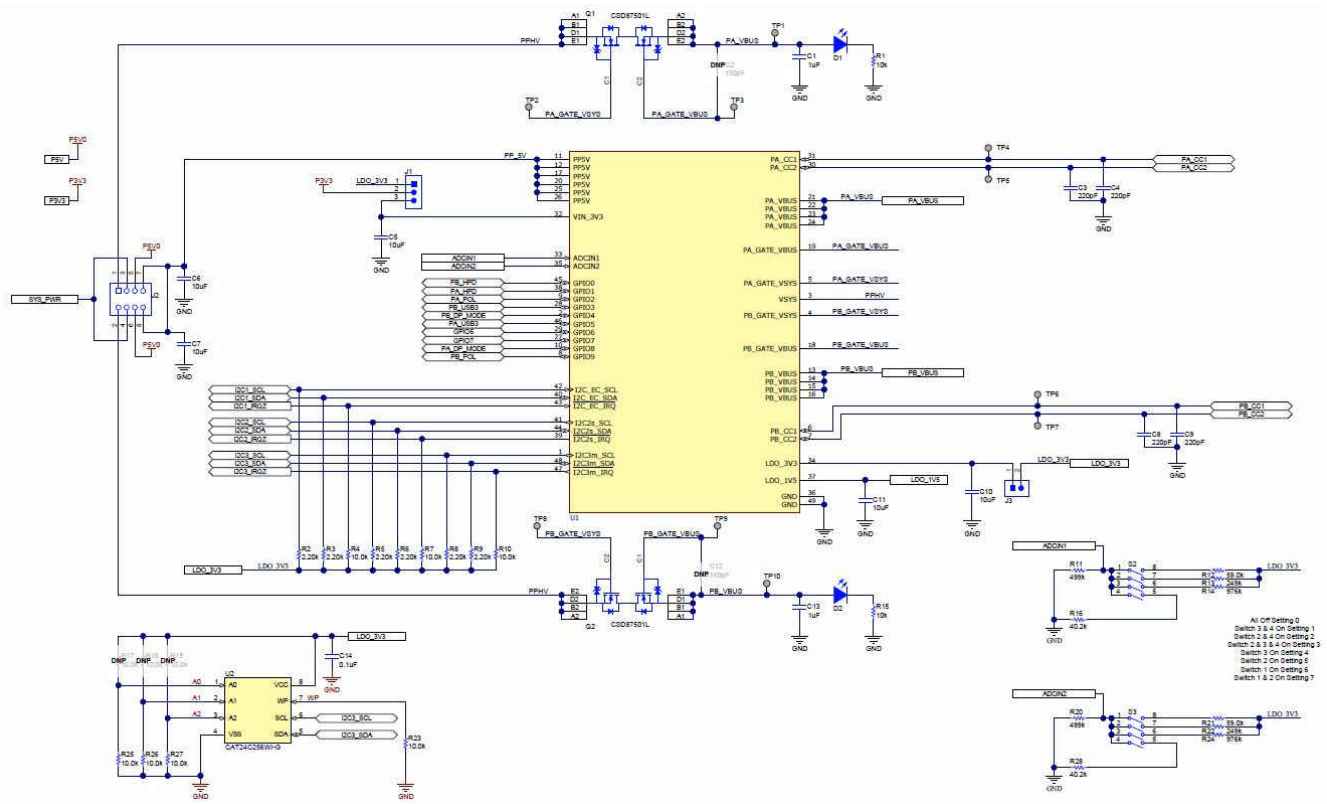


图 12-2. TPS65994QFNEVM PD 控制器

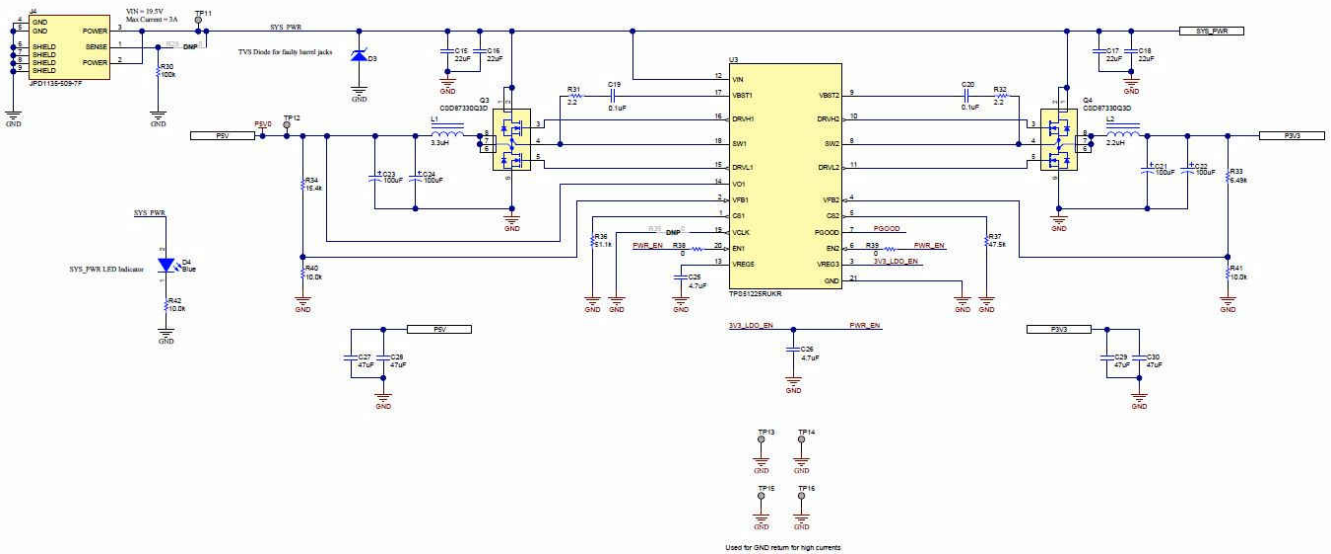
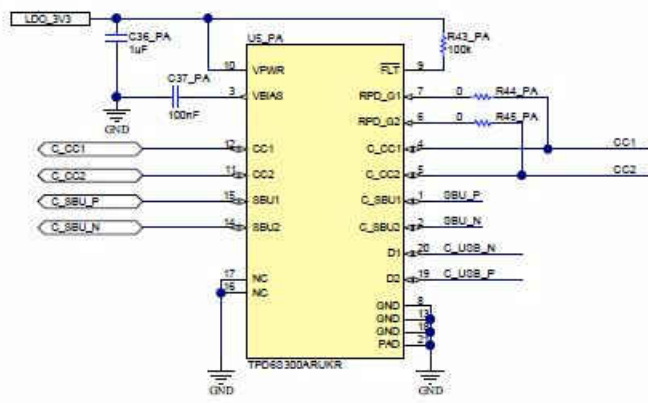
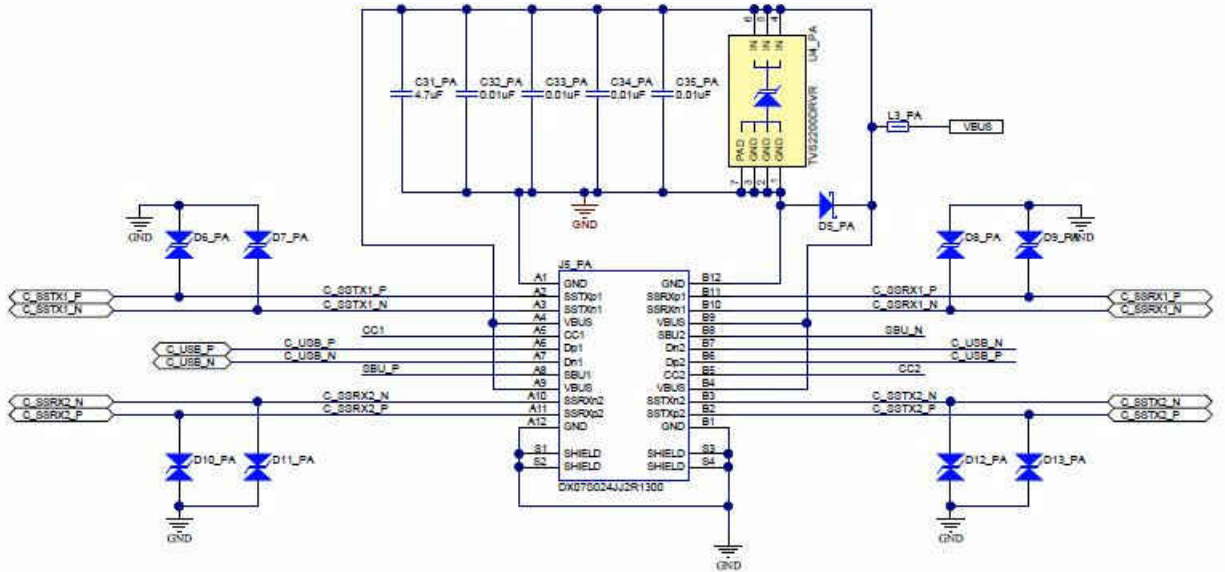


图 12-3. TPS65994QFNEVM 电源



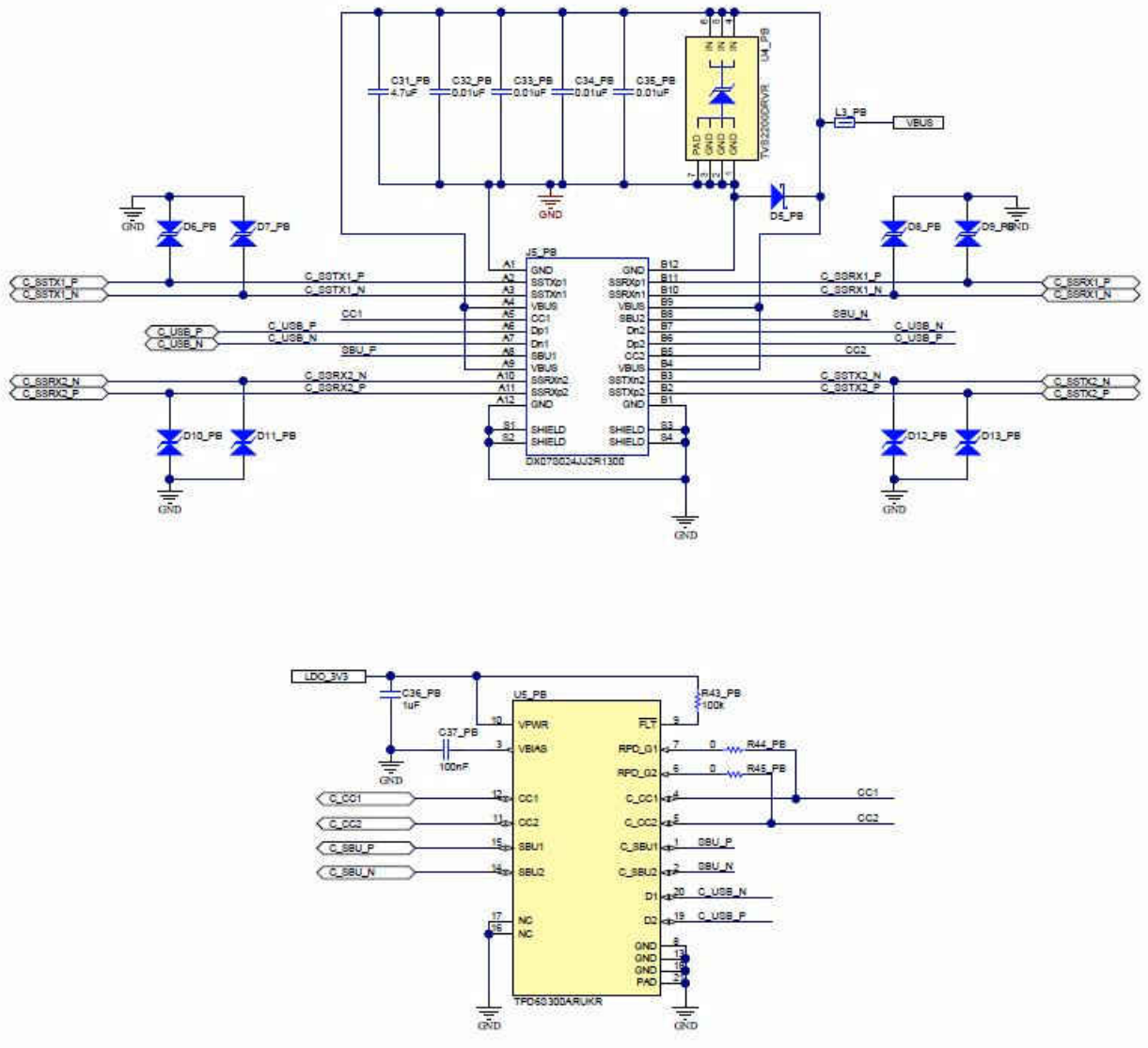


图 12-4. TPS65994QFNEVM USB Type-C™ 连接器

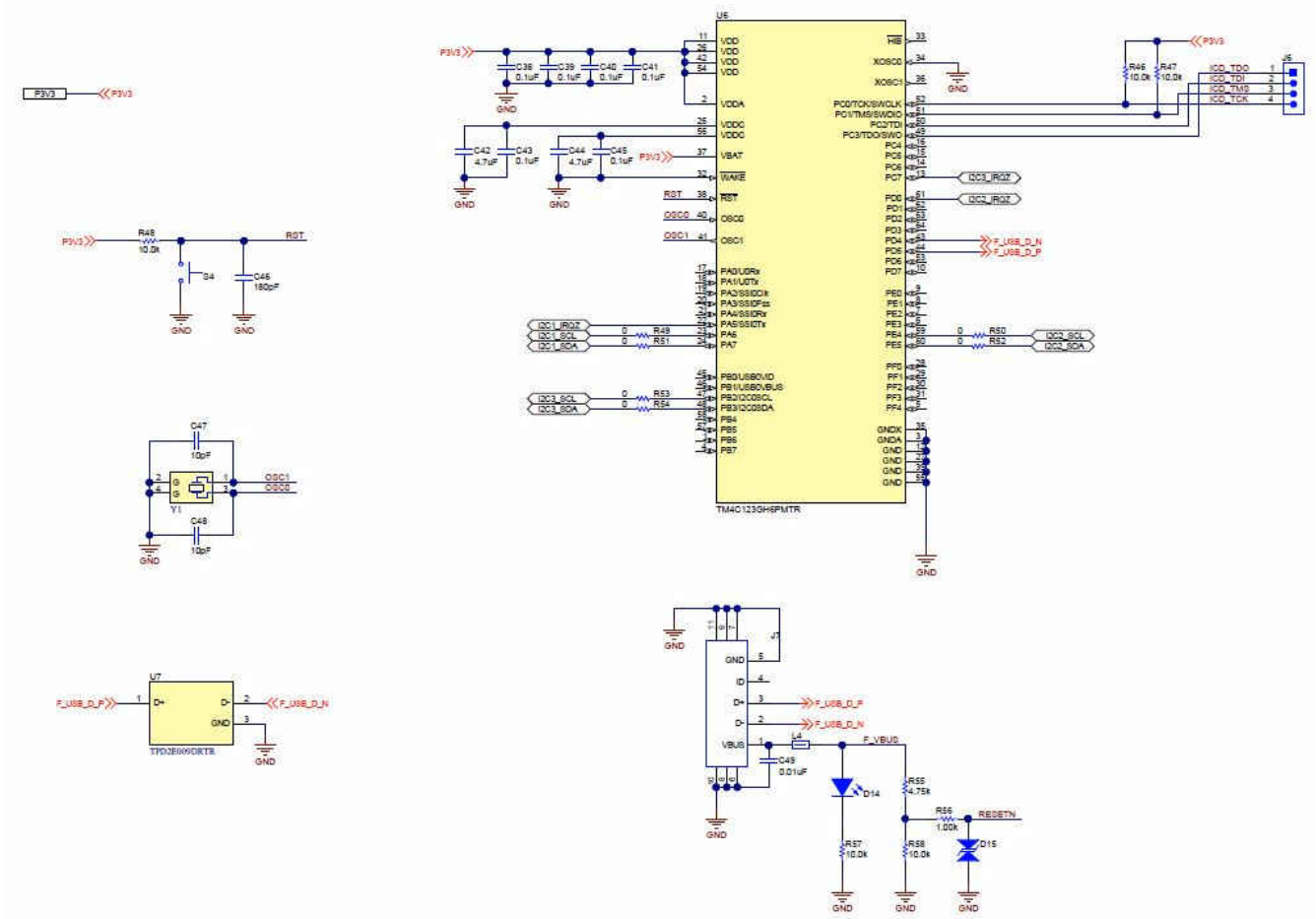


图 12-5. TPS65994QFNEVM Tiva 调试

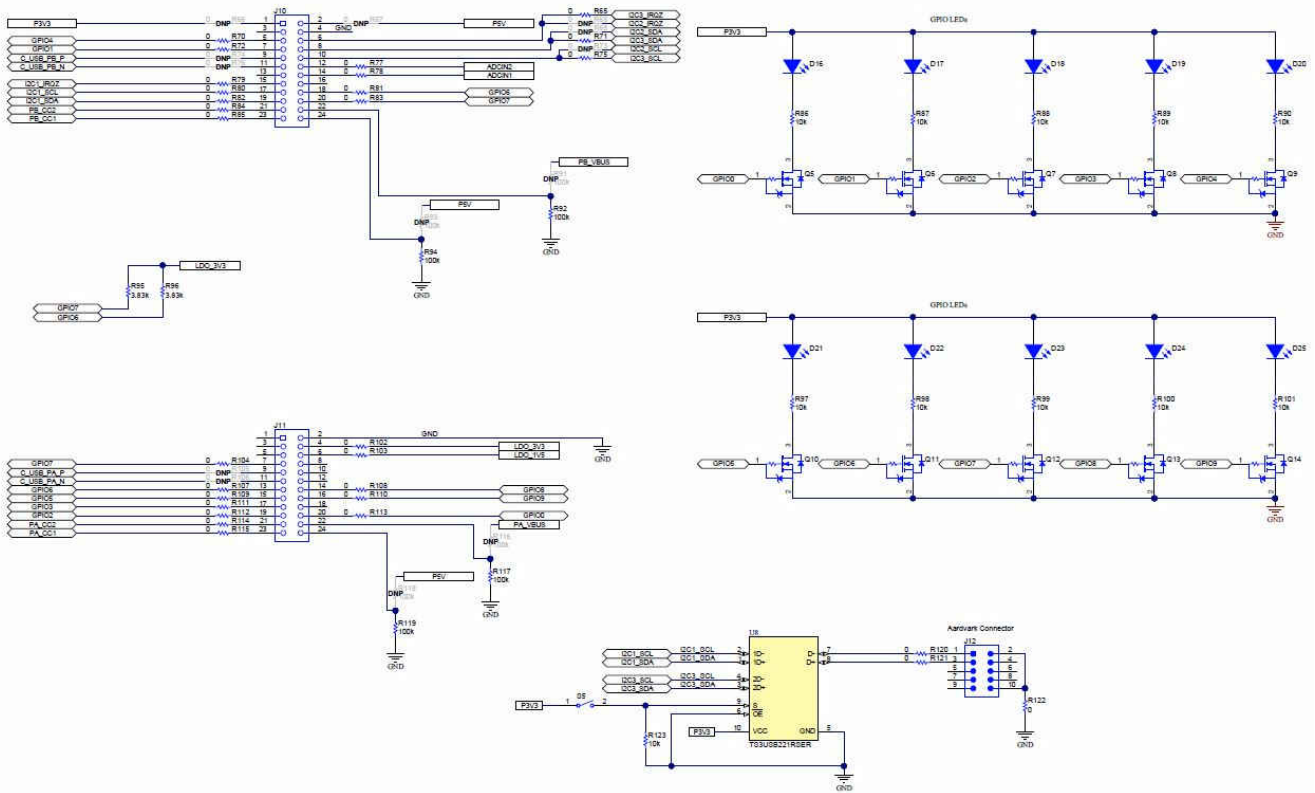


图 12-6. TPS65994QFNEVM 连接器

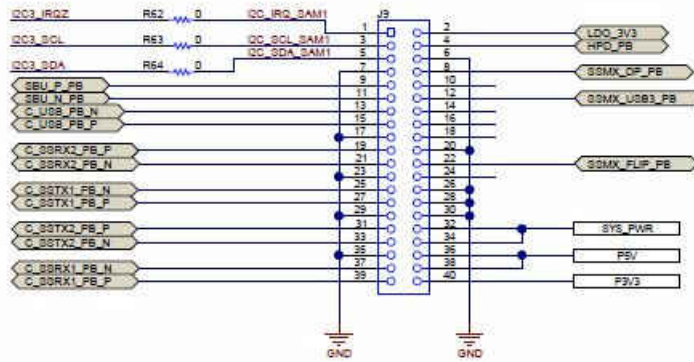
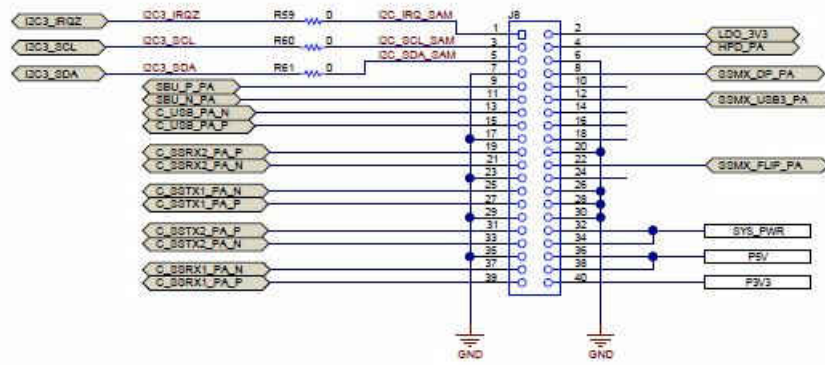


图 12-7. TPS65994QFNEVM 扩展连接器

13 TPS65994QFNEVM 电路板布局

图 13-1 至图 13-10 显示了 TPS65994QFNEVM 电路板布局图像。

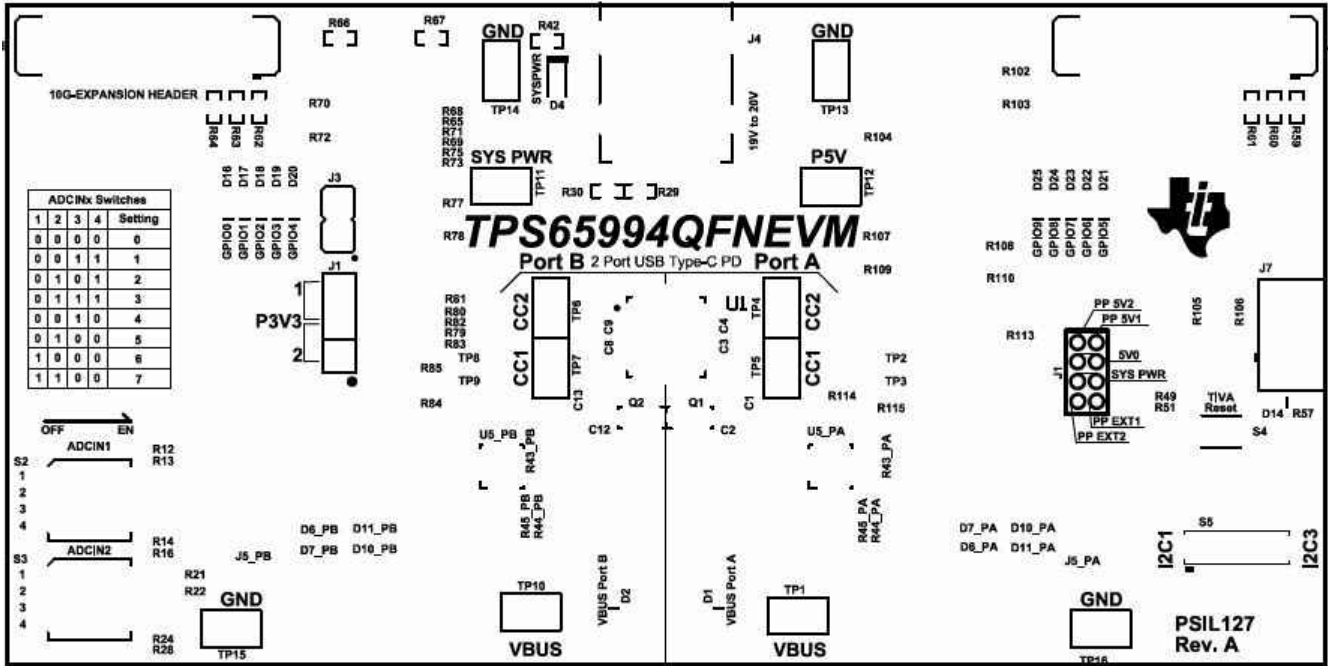


图 13-1. TPS65994QFNEVM 顶部丝网印刷层

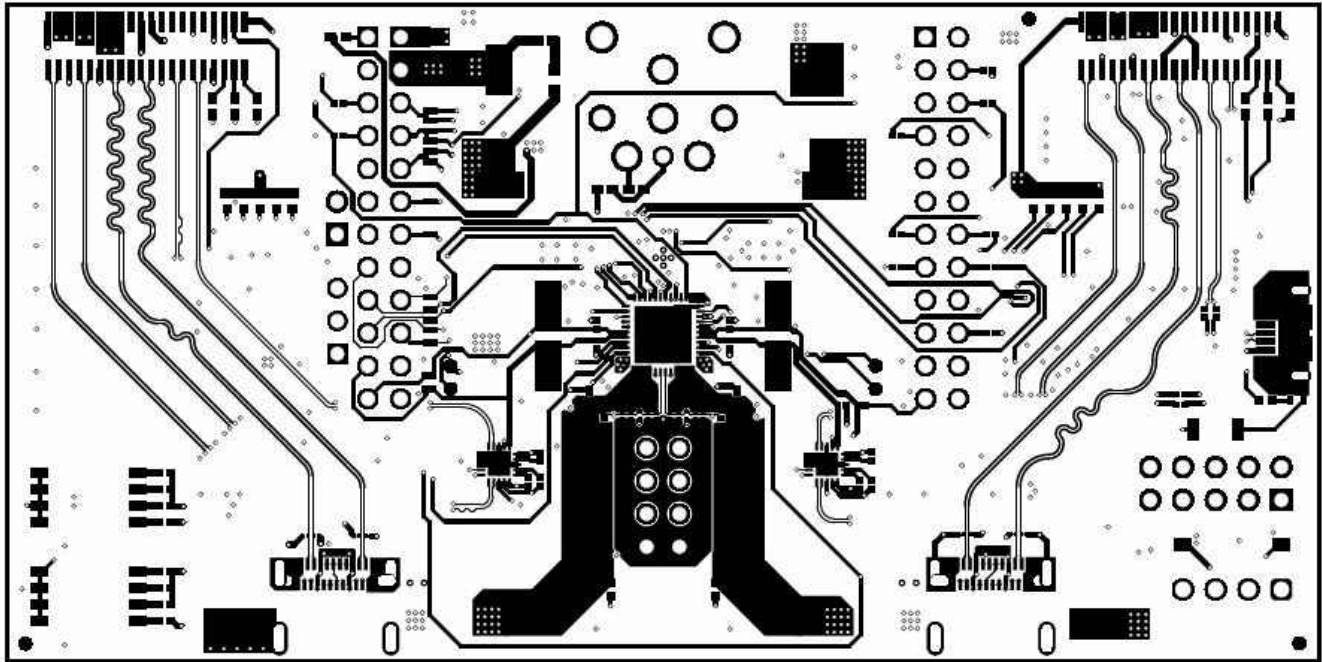


图 13-2. TPS65994QFNEVM 顶层

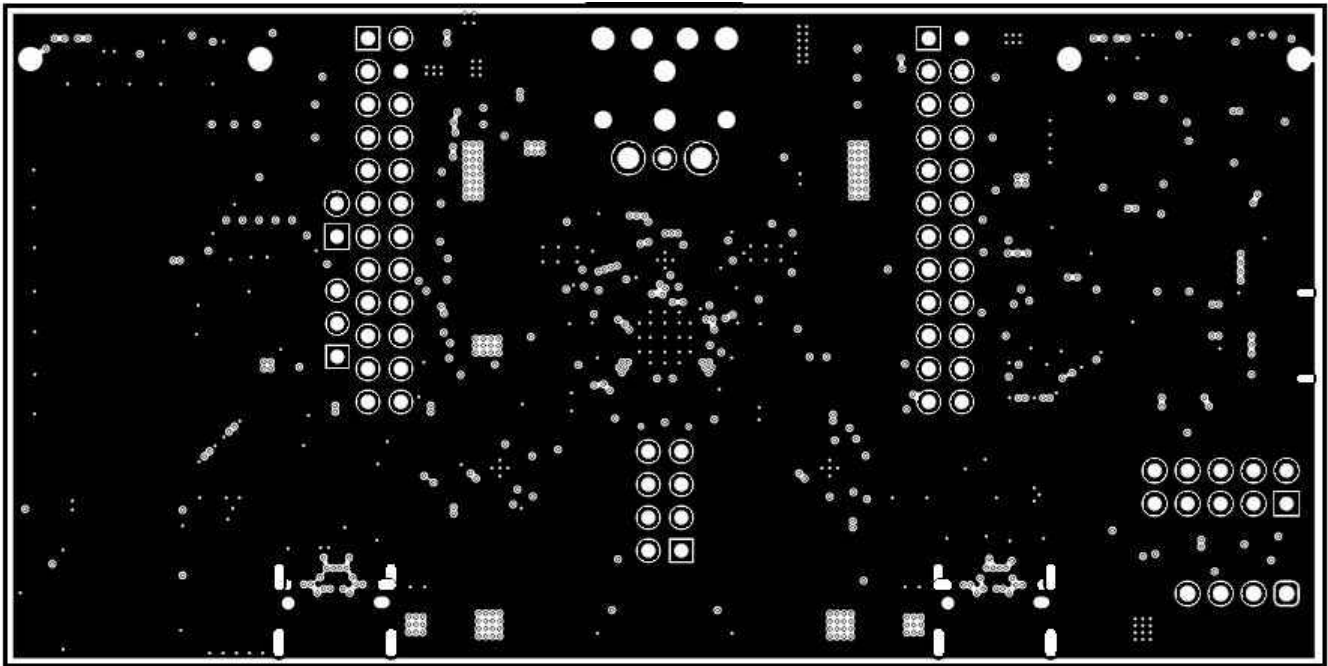


图 13-3. TPS65994QFNEVM GND 平面 1

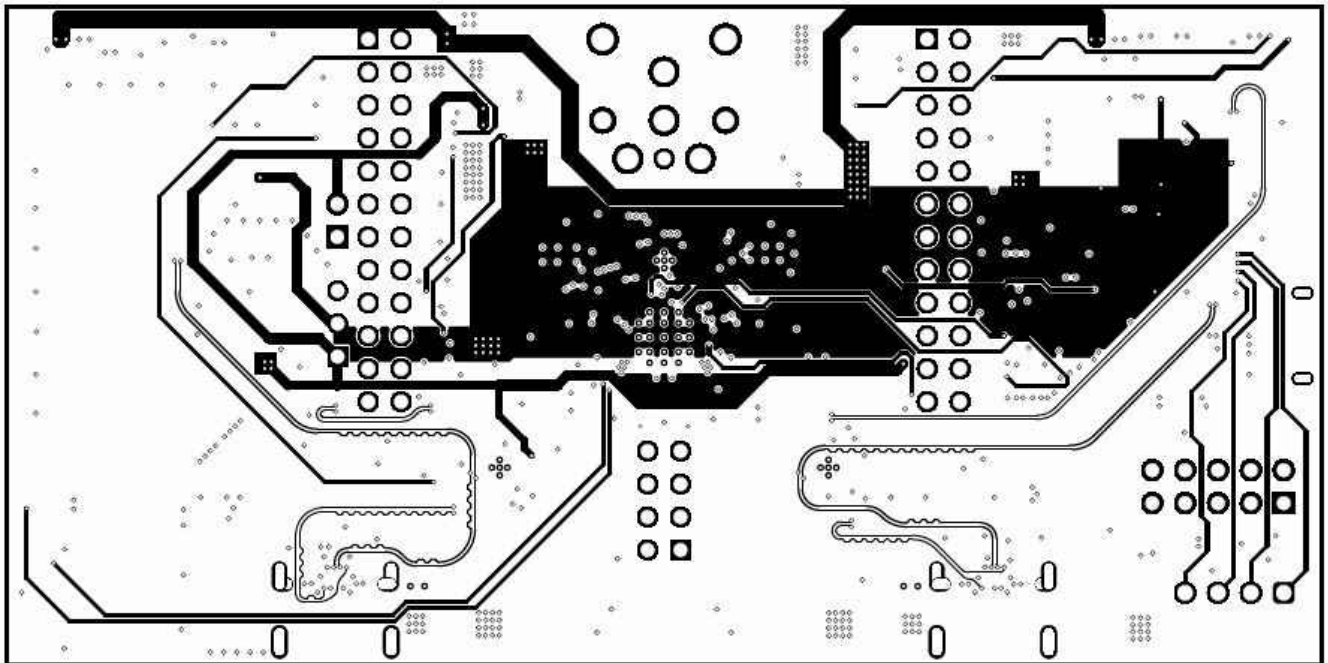


图 13-4. TPS65994QFNEVM 高速层

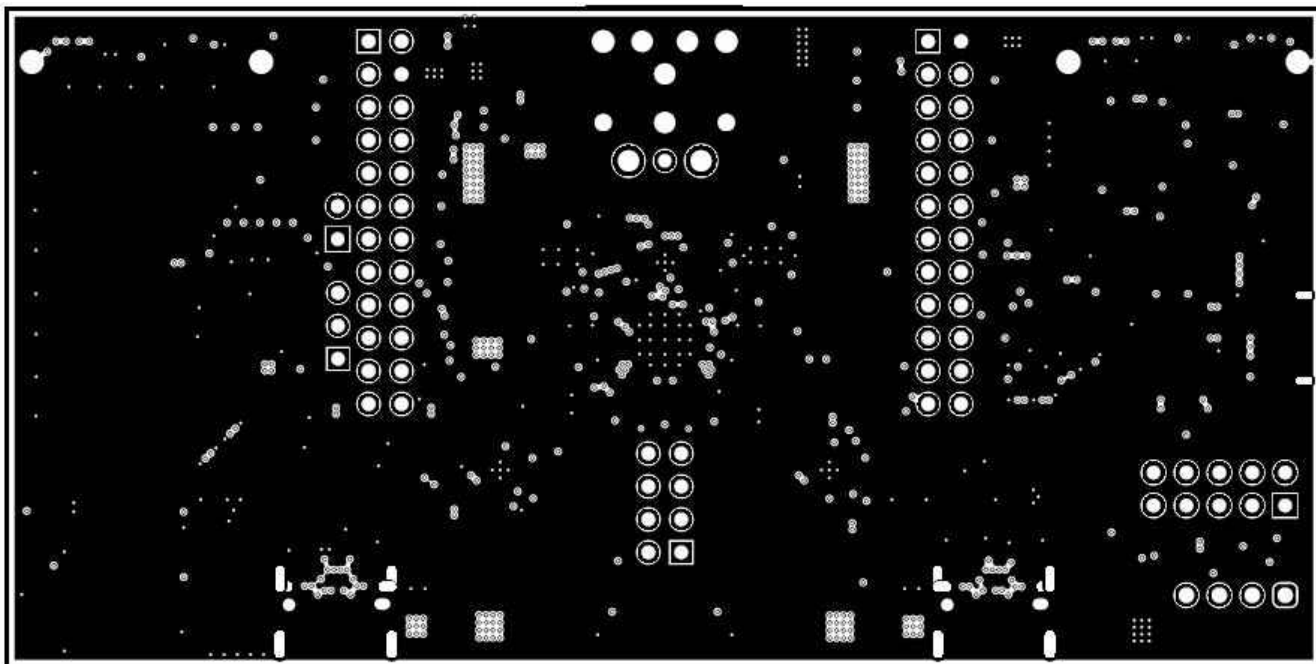


图 13-5. TPS65994QFNEVM GND 平面 2

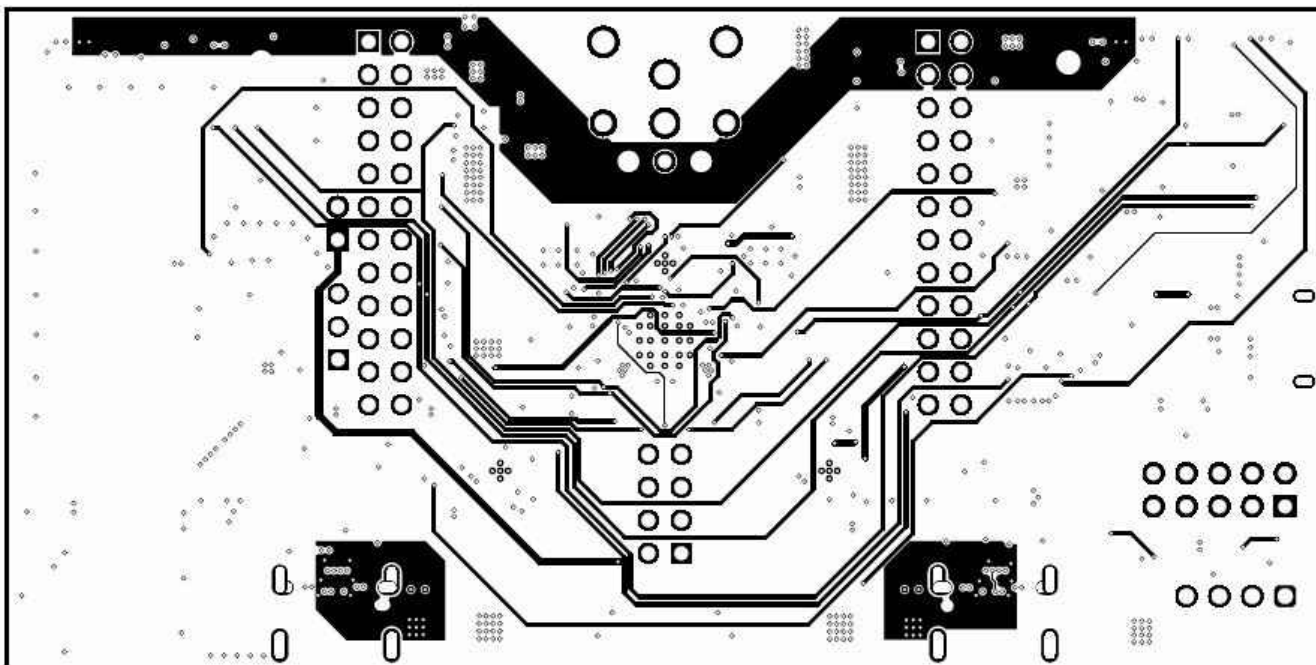


图 13-6. TPS65994QFNEVM 电源层 1

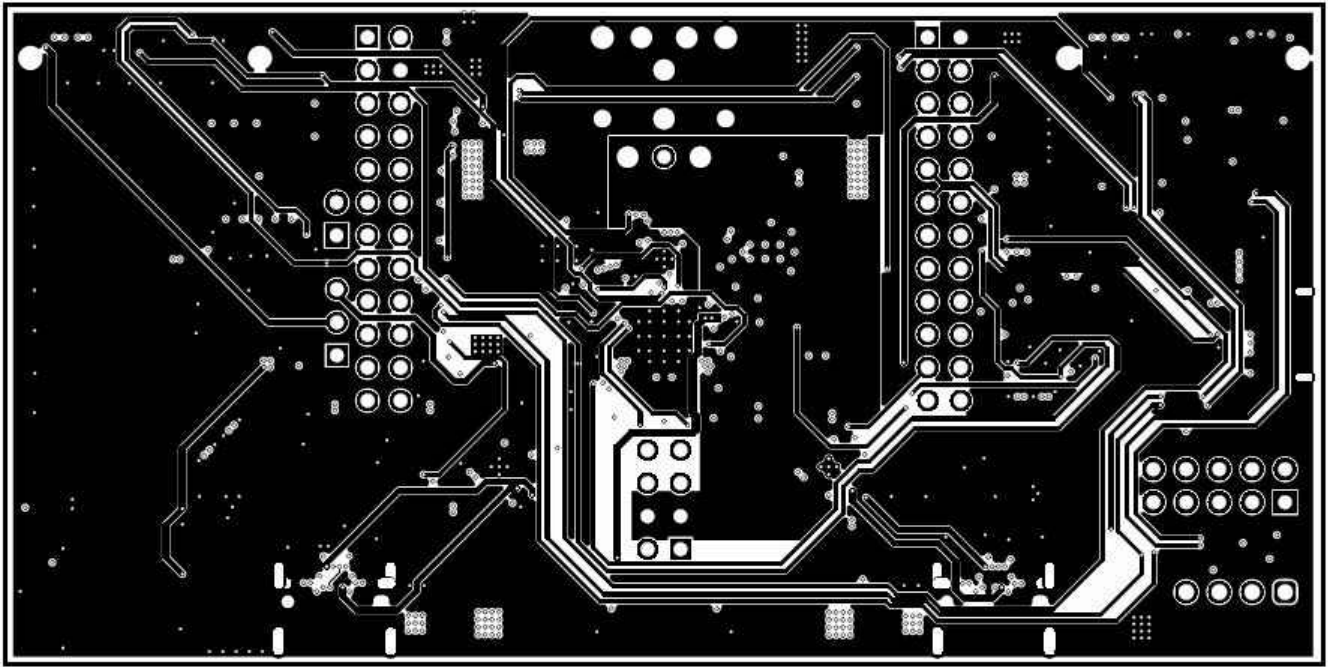


图 13-7. TPS65994QFNEVM 电源层 2

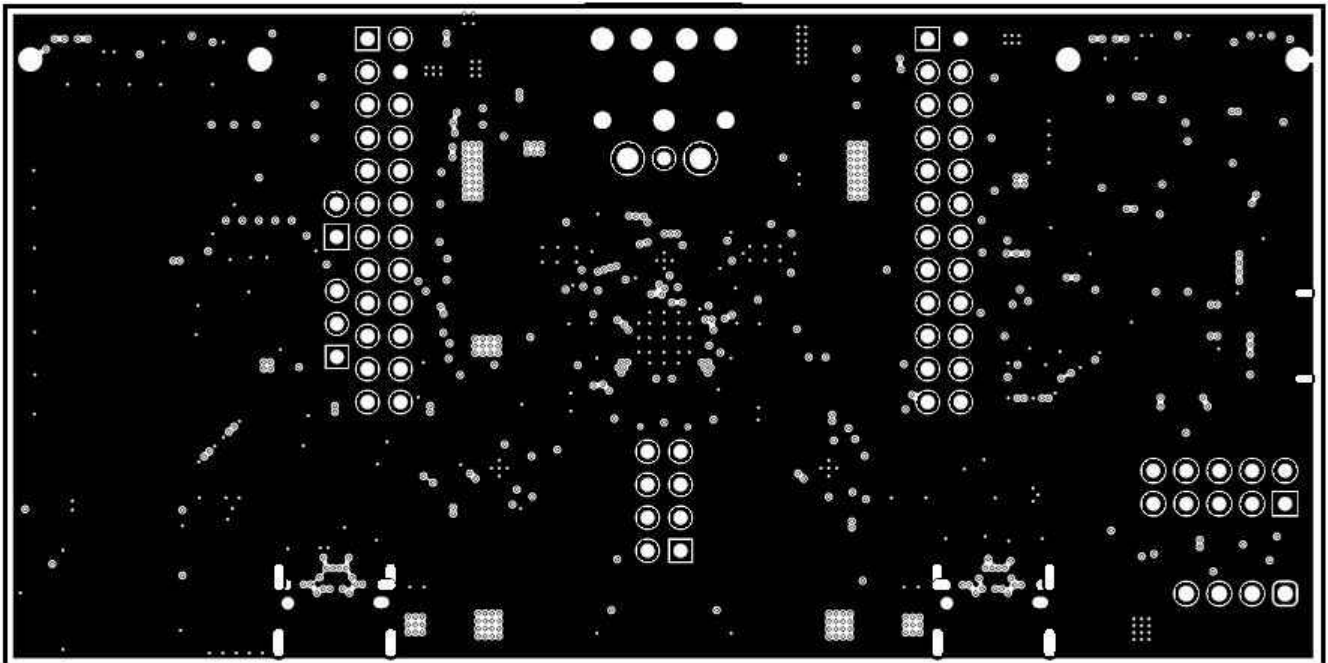


图 13-8. TPS65994QFNEVM GND 平面 3

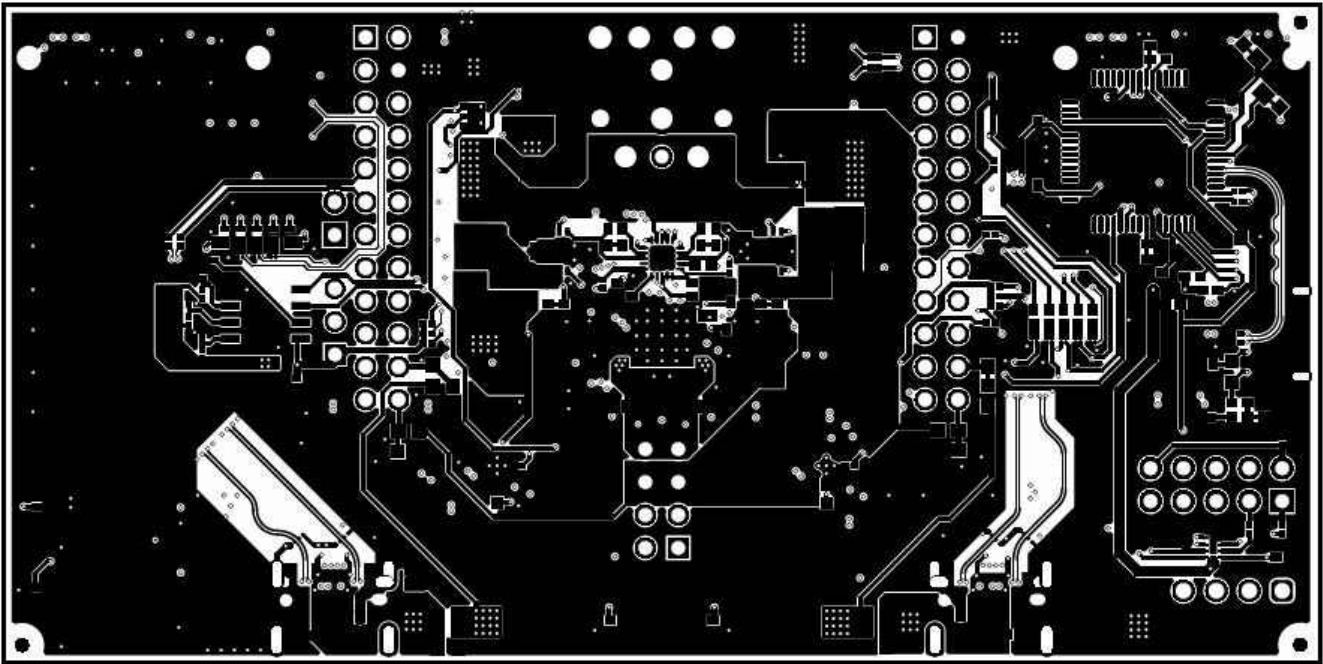


图 13-9. TPS65994QFNEVM 底层

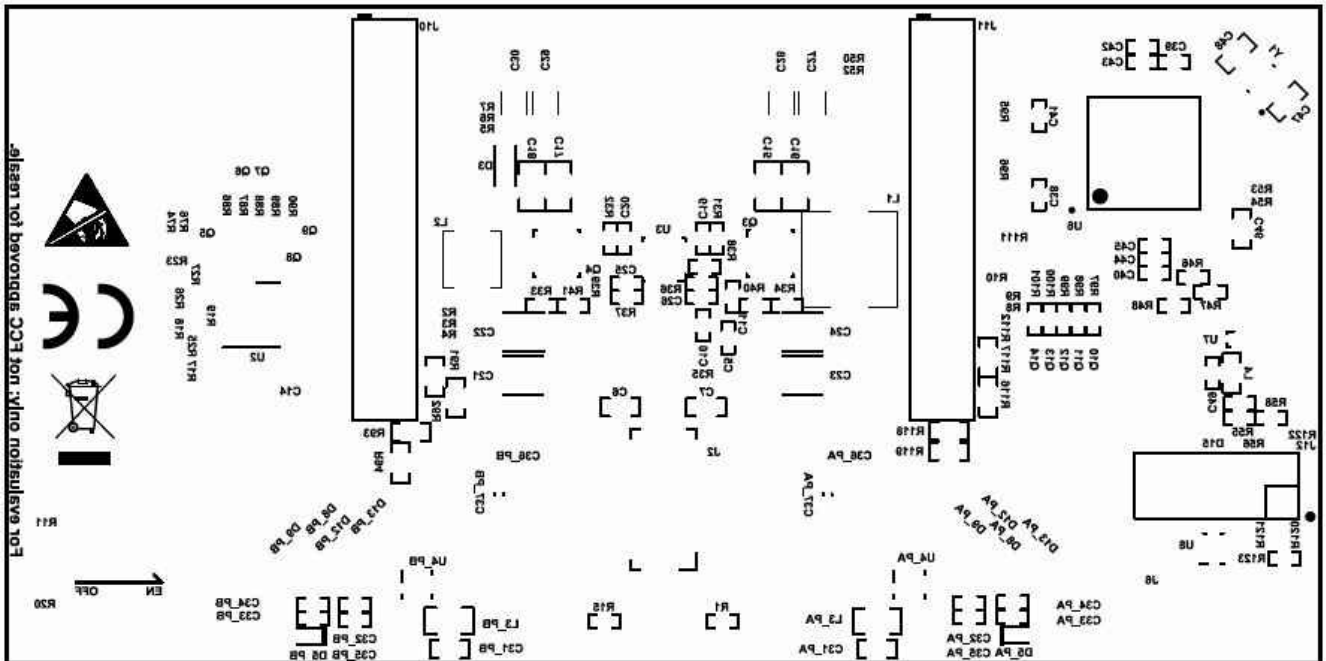


图 13-10. TPS65994QFNEVM 底部丝网印刷层

14 TPS65994QFNEVM 物料清单

表 14-1 列出了 EVM 物料清单。

表 14-1. TPS65994QFNEVM 物料清单

| 名称 | 数量 | 值 | 说明 | 封装参考 | 器件型号 | 制造商 |
|---|----|--------------|---|------------------------------------|----------------------|----------------------------------|
| !PCB1 | 1 | | 印刷电路板 | | PSIL127 | 不限 |
| C1, C13 | 2 | 1 μ F | 电容, 陶瓷, 1 μ F, 35V, \pm 10%, X5R, 0402 | 0402 | GRM155R6YA105KE11D | MuRata (村田) |
| C3, C4, C8, C9 | 4 | 220pF | 电容, 陶瓷, 220pF, 50V, \pm 10%, X7R, AEC-Q200 1 级, 0201 | 0201 | CGA1A2X7R1H221K030BA | TDK |
| C5, C10, C11 | 3 | 10 μ F | 电容, 陶瓷, 10 μ F, 10V, \pm 20%, X5R, 0402 | 0402 | CL05A106MP5NUNC | Samsung Electro-Mechanics (三星电机) |
| C6, C7 | 2 | 10 μ F | 电容, 陶瓷, 10 μ F, 25V, \pm 20%, X5R, 0603 | 0603 | GRM188R61E106MA73D | MuRata (村田) |
| C14, C38, C39, C40, C41, C43, C45 | 7 | 0.1 μ F | 电容, 陶瓷, 0.1 μ F, 50V, \pm 10%, X7R, AEC-Q200 1 级, 0402 | 0402 | CGA2B3X7R1H104K050BB | TDK |
| C15, C16, C17, C18 | 4 | 22 μ F | 电容, 陶瓷, 22 μ F, 25V, \pm 20%, X5R, 0805 | 0805 | GRM21BR61E226ME44L | MuRata (村田) |
| C19, C20 | 2 | 0.1 μ F | 电容, 陶瓷, 0.1 μ F, 35V, \pm 10%, X5R, 0402 | 0402 | GMK105BJ104KV-F | Taiyo Yuden (太阳诱电) |
| C21, C22, C23, C24 | 4 | 100 μ F | 电容, 钽, 100 μ F, 6.3V, \pm 20%, 0.015 Ω , SMD | 3528-21 | T520B107M006ATE015 | Kemet (基美) |
| C25, C26 | 2 | 4.7 μ F | 电容, 陶瓷, 4.7 μ F, 6.3V, \pm 20%, X5R, 0402 | 0402 | GRM155R60J475ME87D | MuRata (村田) |
| C27, C28, C29, C30 | 4 | 47 μ F | 电容, 陶瓷, 47 μ F, 10V, \pm 20%, X5R, 1206 | 1206 | C3216X5R1A476M160AB | TDK |
| C31_PA, C31_PB | 2 | 4.7 μ F | 电容, 陶瓷, 4.7 μ F, 35V, \pm 10%, X5R, 0603 | 0603 | GRM188R6YA475KE15D | MuRata (村田) |
| C32_PA, C32_PB, C33_PA, C33_PB, C34_PA, C34_PB, C35_PA, C35_PB, C49 | 9 | 0.01 μ F | 电容, 陶瓷, 0.01 μ F, 50V, \pm 5%, X7R, 0402 | 0402 | C0402C103J5RACTU | Kemet (基美) |
| C36_PA, C36_PB | 2 | 1 μ F | 电容, 陶瓷, 1 μ F, 6.3V, \pm 20%, X5R, 0201 | 0201 | GRM033R60J105MEA2D | MuRata (村田) |
| C37_PA, C37_PB | 2 | 0.1 μ F | 电容, 陶瓷, 0.1 μ F, 100V, \pm 10%, X7R, AEC-Q200 1 级, 0603 | 0603 | GCJ188R72A104KA01D | MuRata (村田) |
| C42, C44 | 2 | 4.7 μ F | 电容, 陶瓷, 4.7 μ F, 10V, \pm 20%, X5R, 0402 | 0402 | C1005X5R1A475M050BC | TDK |
| C46 | 1 | 180pF | 电容, 陶瓷, 180pF, 50V, \pm 5%, C0G/NP0, 0603 | 0603 | 06035A181JAT2A | AVX |
| C47, C48 | 2 | 10pF | 电容, 陶瓷, 10pF, 50V, \pm 5%, C0G/NP0, 0603 | 0603 | 06035A100JAT2A | AVX |
| D1, D2, D14, D16, D17, D18, D19, D20, D21, D22, D23, D24, D25 | 13 | 白色 | LED, 白色, SMD | 0402, 白色 | LW QH8G-Q2S2-3K5L-1 | OSRAM |
| D3 | 1 | 24V | 二极管, TVS, 双向, 24V, 70Vc, SOD323, 2 引线, 封装 1.9x1.45mm, 无极性标记 | SOD323, 2 引线, 封装 1.9x1.45mm, 无极性标记 | PESD24VL1BA, 115 | NXP Semiconductor (恩智浦半导体) |
| D4 | 1 | 蓝色 | LED, 蓝色, SMD | LED_0603 | 150060BS75000 | Würth Elektronik (伍尔特电子) |
| D5_PA, D5_PB | 2 | 30V | 二极管, 肖特基, 30V, 2A, 2-XFDFN | 2-XFDFN | NSR20F30NXT5G | ON Semiconductor (安森美半导体) |

表 14-1. TPS65994QFNEVM 物料清单 (continued)

| 名称 | 数量 | 值 | 说明 | 封装参考 | 器件型号 | 制造商 |
|---|----|-------------|---|-----------------------------------|-----------------------------|---|
| D6_PA, D6_PB, D7_PA, D7_PB, D8_PA, D8_PB, D9_PA, D9_PB, D10_PA, D10_PB, D11_PA, D11_PB, D12_PA, D12_PB, D13_PA, D13_PB | 16 | | 适用于 USB Type-C 和 Thunderbolt 3 的单通道 ESD 保护二极管, DPL0002A (X2SON-2) | DPL0002A | TPD1E01B04DPLR | 德州仪器 (TI) |
| D15 | 1 | | 具有低动态电阻和低钳位电压的单通道 ESD 保护二极管, DPY0002A (X1SON-2) | DPY0002A | TPD1E1B04DPYR | 德州仪器 (TI) |
| J1 | 1 | | 接头, 100mil, 3x1, 锡, TH | 接头, 3 引脚, 100mil, 锡 | PEC03SAAN | Sullins Connector Solutions (赛凌思科技有限公司) |
| J2 | 1 | | 插座, 2.54mm, 4x2, 金, TH | 插座, 2.54mm, 4x2, TH | SSQ-104-03-G-D | Samtec (申泰) |
| J3 | 1 | | 接头, 100mil, 2x1, 镀金, TH | Sullins 100mil, 1x2, 绝缘体上方 230mil | PBC02SAAN | Sullins Connector Solutions (赛凌思科技有限公司) |
| J4 | 1 | | 连接器, 直流电源插孔, R/A, 3 位, TH | 电源连接器 | JPD1135-509-7F | Foxconn (富士康) |
| J5_PA, C5_PB | 2 | | 插座, USB 3.1 Type C, R/A, 金, SMT | 插座, USB 3.1 Type C, R/A, SMT | DX07S024JJ2R1300 | JAE Electronics (日本航空电子) |
| J6 | 1 | | 接头, 2.54mm, 4x1, 金, TH | 接头, 2.54mm, 4x1, TH | 61300411121 | Würth Elektronik (伍尔特电子) |
| J7 | 1 | | 连接器, 插座, USB Micro B, R/A, SMT | 连接器, 插座, USB Micro B, R/A, SMT | 10118193-0001LF | FCI |
| J8, J9 | 2 | | 插座, 0.8mm, 20x2, 金, SMT | 插座, 0.8mm, 20x2, 金, SMT | LSEM-120-03.0-F-DV-A-N-K-TR | Samtec (申泰) |
| J10, J11 | 2 | | 插座, 12x2, 2.54mm, 金, TH | 插座, 12x2, 2.54mm, TH | SSW-112-01-G-D | Samtec (申泰) |
| J12 | 1 | | 接头, 100mil, 5x2, 锡, TH | 接头, 5x2, 100mil, 锡 | PEC05DAAN | Sullins Connector Solutions (赛凌思科技有限公司) |
| L1 | 1 | 3.3uH | 电感器, 屏蔽鼓芯, 超通量, 3.3uH, 8A, 0.0096 Ω , SMD | 6.9x4.8x6.9mm | 744314330 | Würth Elektronik (伍尔特电子) |
| L2 | 1 | 2.2 μ H | 电感器, 屏蔽鼓芯, 铁粉, 2.2uH, 3.25A, 0.051 Ω , SMD | 4.45x1.8x4.06mm | 74437324022 | Würth Elektronik (伍尔特电子) |
| L3_PA, L3_PB | 2 | 22 Ω | 铁氧体磁珠, 22 Ω @ 100MHz, 6A, 0805 | 0805 | 742792021 | Würth Elektronik (伍尔特电子) |
| L4 | 1 | 26 Ω | 铁氧体磁珠, 26 Ω (100MHz 时), 6.5A, 0603 | 0603 | 74279228260 | Würth Elektronik (伍尔特电子) |
| Q1, Q2 | 2 | 30V | MOSFET, 2 沟道, N 沟道, 30V, A, YJG0010A (PICOSTAR-10) | YJG0010A | CSD87501L | 德州仪器 (TI) |
| Q3, Q4 | 2 | 30V | MOSFET, 2 沟道, N 沟道, 30V, 20A, DQZ0008A (LSON-CLIP-8) | DQZ0008A | CSD87330Q3D | 德州仪器 (TI) |
| Q5, Q6, Q7, Q8, Q9, Q10, Q11, Q12, Q13, Q14 | 10 | 20V | MOSFET, N 沟道, 20V, 0.5A, YJM0003A (PICOSTAR-3) | YJM0003A | CSD15380F3 | 德州仪器 (TI) |

表 14-1. TPS65994QFNEVM 物料清单 (continued)

| 名称 | 数量 | 值 | 说明 | 封装参考 | 器件型号 | 制造商 |
|--|----|---------------|---|---------------|------------------|--------------------|
| R1, R15, R86, R87, R88, R89, R90, R97, R98, R99, R100, R101, R123 | 13 | 10k | 电阻, 10k, 5%, 0.063W, AEC-Q200 0 级, 0402 | 0402 | CRCW040210K0JNED | Vishay-Dale (威世达勒) |
| R2, R3, R5, R6, R8, R9 | 6 | 2.20k | 电阻, 2.20k, 1%, 0.05W, 0201 | 0201 | CRCW02012K20FKED | Vishay-Dale (威世达勒) |
| R4, R7, R10, R23, R25, R26, R27 | 7 | 10.0k | 电阻, 10.0k, 1%, 0.05W, 0201 | 0201 | CRCW020110K0FKED | Vishay-Dale (威世达勒) |
| R11, R20 | 2 | 499k Ω | 电阻, 499k, 1%, 0.063W, AEC-Q200 0 级, 0402 | 0402 | CRCW0402499KFKED | Vishay-Dale (威世达勒) |
| R12, R21 | 2 | 59.0k | 电阻, 59.0k, 1%, 0.063W, AEC-Q200 0 级, 0402 | 0402 | CRCW040259K0FKED | Vishay-Dale (威世达勒) |
| R13, R22 | 2 | 249k | 电阻, 249k, 1%, 0.063W, AEC-Q200 0 级, 0402 | 0402 | CRCW0402249KFKED | Vishay-Dale (威世达勒) |
| R14, R24 | 2 | 976k | 电阻, 976k, 1%, 0.063W, AEC-Q200 0 级, 0402 | 0402 | CRCW0402976KFKED | Vishay-Dale (威世达勒) |
| R16, R28 | 2 | 40.2k | 电阻, 40.2k, 1%, 0.063W, AEC-Q200 0 级, 0402 | 0402 | CRCW040240K2FKED | Vishay-Dale (威世达勒) |
| R30 | 1 | 100k | 电阻, 100k, 1%, 0.063W, AEC-Q200 0 级, 0402 | 0402 | CRCW0402100KFKED | Vishay-Dale (威世达勒) |
| R31, R32 | 2 | 2.2 | 电阻, 2.2, 5%, 0.063W, AEC-Q200 0 级, 0402 | 0402 | CRCW04022R20JNED | Vishay-Dale (威世达勒) |
| R33 | 1 | 6.49k | 电阻, 6.49k, 1%, 0.063W, AEC-Q200 0 级, 0402 | 0402 | CRCW04026K49FKED | Vishay-Dale (威世达勒) |
| R34 | 1 | 15.4k | 电阻, 15.4k, 1%, 0.063W, AEC-Q200 0 级, 0402 | 0402 | CRCW040215K4FKED | Vishay-Dale (威世达勒) |
| R36 | 1 | 51.1k | 电阻, 51.1k, 1%, 0.063W, AEC-Q200 0 级, 0402 | 0402 | CRCW040251K1FKED | Vishay-Dale (威世达勒) |
| R37 | 1 | 47.5k | 电阻, 47.5k, 1%, 0.063W, AEC-Q200 0 级, 0402 | 0402 | CRCW040247K5FKED | Vishay-Dale (威世达勒) |
| R38, R39, R44_PA, R44_PB, R45_PA, R45_PB, R49, R50, R51, R52, R53, R54, R65, R70, R71, R72, R75, R77, R78, R79, R80, R81, R82, R83, R84, R85, R102, R103, R104, R107, R108, R109, R110, R111, R112, R113, R114, R115, R120, R121, R122 | 41 | 0 | 电阻, 0, 5%, 0.05W, 0201 | 0201 | CRCW02010000Z0ED | Vishay-Dale (威世达勒) |
| R40, R41, R42, R46, R47, R48, R57, R58 | 8 | 10.0k | 电阻, 10.0k Ω , 1%, 0.063W, AEC-Q200 0 级, 0402 | 0402 | CRCW040210K0FKED | Vishay-Dale (威世达勒) |
| R43_PA, C43_PB | 2 | 100k | 电阻, 100k Ω , 1%, 0.05W, 0201 | 0201 | CRCW0201100KFKED | Vishay-Dale (威世达勒) |
| R55 | 1 | 4.75k | 电阻, 4.75k, 1%, 0.063W, AEC-Q200 0 级, 0402 | 0402 | CRCW04024K75FKED | Vishay-Dale (威世达勒) |
| R56 | 1 | 1.00k | 电阻, 1.00k, 1%, 0.063W, AEC-Q200 0 级, 0402 | 0402 | CRCW04021K00FKED | Vishay-Dale (威世达勒) |
| R59, R60, R61, R62, R63, R64 | 6 | 0 | 电阻, 0, 5%, 0.063W, AEC-Q200 0 级, 0402 | 0402 | CRCW04020000Z0ED | Vishay-Dale (威世达勒) |
| R92, R94, R117, R119 | 4 | 100k | 电阻, 100k, 1%, 0.1W, 0603 | 0603 | CRCW0603100KFKEA | Vishay-Dale (威世达勒) |
| R95, R96 | 2 | 3.83k | 电阻, 3.83k, 1%, 0.05W, 0201 | 0201 | CRCW02013K83FKED | Vishay-Dale (威世达勒) |
| S2, S3 | 2 | | DIP 开关, SPST, 4 位, 滑动式, SMT | 6.2x2.0x6.2mm | TDA04H0SB1 | C&K Components |

表 14-1. TPS65994QFNEVM 物料清单 (continued)

| 名称 | 数量 | 值 | 说明 | 封装参考 | 器件型号 | 制造商 |
|---|----|-------|--|-------------------------|----------------------------|---|
| S4 | 1 | | 触控式开关, 单刀单掷-常开 0.05A/12V | 3mm x 1.6mm x 2.5mm | B3U-1000P | Omron Electronic Components (欧姆龙电子元件) |
| S5 | 1 | | 开关, 滑动式, SPST, 顶部滑动, SMT | 开关, 单个顶部滑动, 2.5x8x2.5mm | CHS-01TB | Copal Electronics (科宝电子) |
| SH-J1, SH-J2, SH-J3, SH-J4, SH-J5, SH-J6 | 6 | | 分流器, 2.54mm, 金, 黑色 | 分流器, 2.54mm, 黑色 | 60900213421 | Würth Elektronik (伍尔特电子) |
| TP1, TP4, TP5, TP6, TP7, TP10, TP11, TP12, TP13, TP14, TP15, TP16 | 12 | | 测试点, 微型, SMT | 测试点, 微型, SMT | 5019 | Keystone |
| U1 | 1 | | 具有集成电源开关的双端口 USB Type-C 和 USB PD 控制器 | VQFN48 | | 德州仪器 (TI) |
| U2 | 1 | | 256kb I2C CMOS 串行 EEPROM, SOIC-8 | SOIC-8 | CAT24C256WI-G | ON Semiconductor (安森美半导体) |
| U3 | 1 | | 具有 5V 和 3.3V LDO 的双路同步降压控制器, RUK0020B (WQFN-20) | RUK0020B | TPS51225RUKR | 德州仪器 (TI) |
| U4_PA, U4_PB | 2 | | 22V 精密浪涌保护钳位器, DRV0006A (WSON-6) | DRV0006A | TVS2200DRVR | 德州仪器 (TI) |
| U5_PA, C5_PB | 2 | | USB Type-C 端口保护器: VBUS 短路过压保护和 IEC ESD 保护, RUK0020B (WQFN-20) | RUK0020B | TPD6S300ARUKR | 德州仪器 (TI) |
| U6 | 1 | | Tiva C 系列微控制器, 256KB 闪存, 32KB SRAM, 12 位, 12 通道, -40°C 至 105°C, 64 引脚 LQFP (PM), 环保 (符合 RoHS 标准, 无锡/溴), 卷带封装 | PM0064A | TM4C123GH6PMTR | 德州仪器 (TI) |
| U7 | 1 | | 用于高速数据接口的 ESD 保护阵列, 2 通道, -40°C 至 +85°C, 3 引脚 SOT (DRT), 绿色环保 (符合 RoHS 标准, 无锡/溴) | DRT0003A | TPD2E009DRTR | 德州仪器 (TI) |
| U8 | 1 | | 具有单使能端的高速 USB 2.0 (480Mbps) 1:2 多路复用器/多路解复用器开关, 6Ω RON, 2.5V 至 3.3V, -40°C 至 85°C, 10 引脚 UQFN (RSE), 环保 (符合 RoHS 标准, 无锡/溴) | RSE0010A | TS3USB221RSER | 德州仪器 (TI) |
| Y1 | 1 | | 晶振, 16MHz, 8pF, SMD | 3.2x0.75x2.5mm | NX3225GA-16.000M-STD-CRG-1 | NDK |
| C2, C12 | 0 | 150pF | 电容, 陶瓷, 150pF, 50V, ±10%, X7R, 0201 | 0201 | GRM033R71H151KA12D | MuRata (村田) |
| FID1, FID2, FID3, FID4, FID5, FID6 | 0 | | 基准标记。没有需要购买或安装的元件。 | 不适用 | 不适用 | 不适用 |
| R17, R18, R19 | 0 | 10.0k | 电阻, 10.0k, 1%, 0.05W, 0201 | 0201 | CRCW020110K0FKED | Vishay-Dale (威世达勒) |
| R29, R35 | 0 | 0 | 电阻, 0, 5%, 0.063W, AEC-Q200 0 级, 0402 | 0402 | CRCW04020000Z0ED | Vishay-Dale (威世达勒) |
| R66, R67 | 0 | 0 | 电阻, 0, 5%, 0.063W, 0402 | 0402 | CRCW04020000Z0ED | Vishay-Dale (威世达勒) |
| R68, R69, R73, R74, R76, R105, R106 | 0 | 0 | 电阻, 0, 5%, 0.05W, 0201 | 0201 | CRCW02010000Z0ED | Vishay-Dale (威世达勒) |
| R91, R93, R116, R118 | 0 | 100k | 电阻, 100k, 1%, 0.1W, 0603 | 0603 | CRCW0603100KFKEA | Vishay-Dale (威世达勒) |

15 修订历史记录

注：以前版本的页码可能与当前版本的页码不同

| Changes from Revision B (September 2020) to Revision C (January 2021) | Page |
|--|-------------|
| • 添加了 TPS65994QFN 语句..... | 3 |
| • 将 FTDI 替换为 TIVA MCU..... | 3 |
| • 替换了 <i>USB Type-C™ 插座 (J3_PB) 原理图</i> | 6 |
| • 添加了“Tiva USB 转 I2C 桥接器支持集成”一节..... | 10 |
| • 将所需硬件一节中的 FTDI 板删除..... | 18 |
| • 更新了“TPS65994EVM 原理图”部分..... | 20 |
| • 更新了“TPS65994EVM 电路板布局”部分..... | 27 |
| • 更新了“TPS65994EVM 物料清单”部分..... | 32 |
| • 添加了 TPS65994QFNEVM 原理图..... | 37 |
| • 添加了 TPS65994QFNEVM 电路板布局..... | 45 |
| • 添加了 TPS65994QFNEVM 物料清单..... | 50 |
| Changes from Revision A (May 2020) to Revision B (September 2020) | Page |
| • 更新了整个文档中的表格、图和交叉参考的编号格式..... | 3 |
| Changes from Revision * (April 2020) to Revision A (May 2020) | Page |
| • 添加了封装类型 (WCSP 和 QFN)..... | 3 |

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 © 2022，德州仪器 (TI) 公司