

# EVM User's Guide: TUSB2E221EVM

## TUSB2E221 评估模块



### 说明

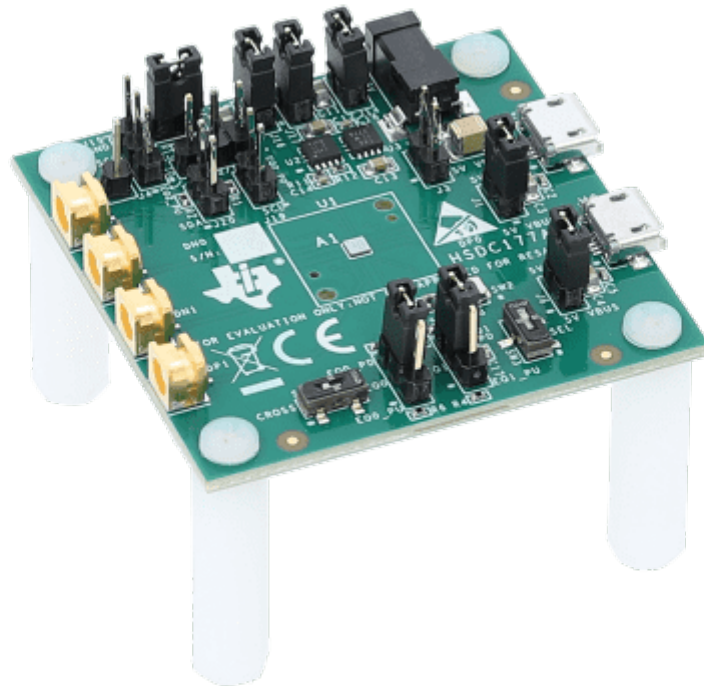
TUSB2E221EVM 旨在促进对 TUSB2E221 双端口 eUSB 中继器性能的评估和验证。TUSB2E221EVM 整合了两个 micro-A/B USB 2.0 端口，用于连接符合 USB 标准的主机、集线器或器件。此 EVM 还具有两组 SMP 连接器，用于连接另一个 eUSB2 PHY 或测试设备。

### 特性

- 即插即用设计
- 此评估模块 (EVM) 由 USB 或壁装电源供电
- 可以在该 EVM 上评估所有器件引脚配置选项
- 可访问 I<sup>2</sup>C 接口

### 应用

- 通信设备
- 企业系统
- 笔记本电脑和台式机
- 工业
- 平板电脑
- 便携式电子产品



## 1 评估模块概述

### 1.1 简介

本用户指南介绍了 TUSB2E221 评估模块 (EVM) 的特性、工作条件和配置。TUSB2E221 支持低速 (LS)、全速 (FS) 和高速 (HS) 运行，并且支持主机、外设和双重角色应用。

本用户指南包含 TUSB2E221 评估模块 (EVM) 的信息和支持文档。本节包含 TUSB2E221EVM 的原理图、PCB 布局和物料清单。本文档中的评估板、评估模块和 EVM 等所有术语均指 TUSB2E221EVM。

### 1.2 套件内容

该 EVM 套件包含以下各项：

- TUSB2E221EVM 电路板

用户需要提供一条或两条 micro USB 线缆和一组或两组 SMP 线缆，以及用于 EVM 的 5V 电源。

### 1.3 规格

TUSB2E221 器件旨在符合 USB-IF 发布的 USB 修订版 2.0 规范的嵌入式 USB2 (eUSB2) 物理层补充规定。此规范为 eUSB 中继器定义了三种主要状态：默认、主机和外设状态。打开 EVM 的电源后，TUSB2E221 处于默认状态，等待配置为主机或外设中继器。eUSB 主机或 eUSB 设备通过 eUSB 接口进行配置。有关配置的更多信息，请参阅 USB 修订版 2.0 规范的嵌入式 USB2 (eUSB2) 物理层补充。

下面所示框图介绍了将 TUSB2E221EVM 与 eUSB 主机或 eUSB 外设配合使用时的系统设置。

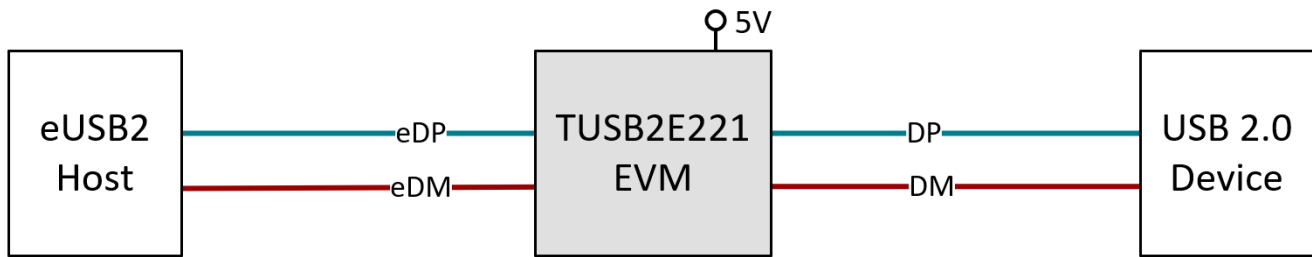


图 1-1. TUSB2E221EVM 主机中继器图

在默认状态下，TUSB2E221 不会转发 eUSB 或 USB 数据包。当 eUSB2 主机连接到 TUSB2E221EVM 的 eUSB 端口时，必须通过 eUSB 主机将中继器配置为主机中继器。必须为 EVM 提供 5V 电源来为器件供电。

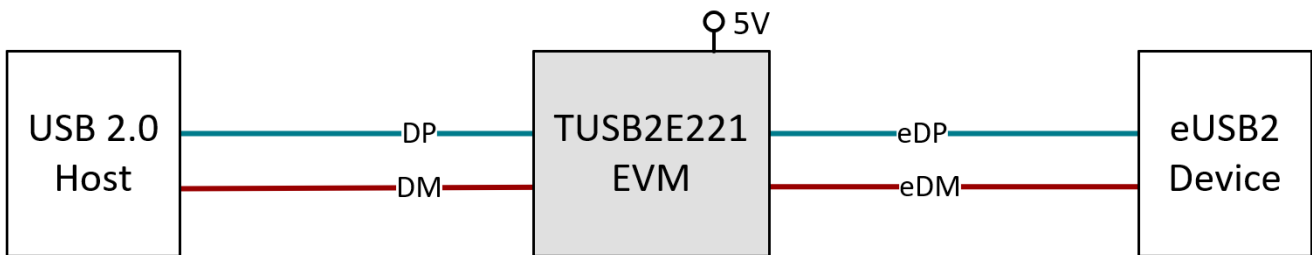


图 1-2. TUSB2E221EVM 自供电外设中继器图

如图 1-2 所示，当 eUSB 端口连接到 eUSB 设备时，TUSB2E221 必须配置为外设中继器。在自供电配置中，提供外部 5V 电源。

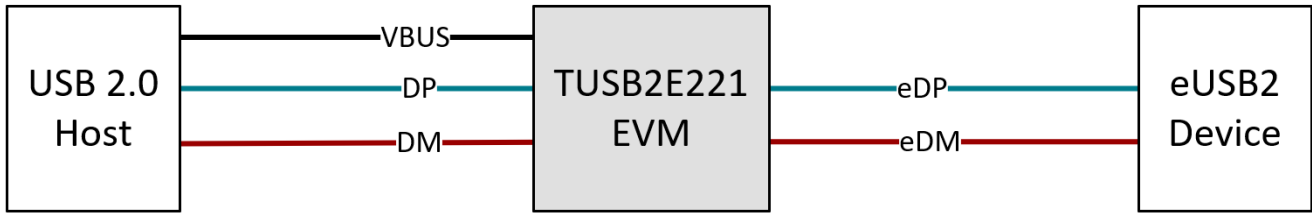


图 1-3. TUSB2E221EVM 总线供电外设中继器图

USB 总线也可提供 5V 电源。当使用 VBUS 来为 EVM 供电时，VBUS 称为总线供电应用。eUSB 设备仍连接到 TUSB2E221EVM 的 eUSB 端口，因此必须将 EVM 配置为外设中继器。

#### 1.4 器件信息

TUSB2E221EVM 旨在支持 eUSB 主机或外设应用中的 TUSB2E221 eUSB 中继器。EVM 上包含各种接头，预先组装的接头可用于配置 TUSB2E221。

TUSB2E221EVM 上还存在两个 LDO，用于为 TUSB2E221 生成 3.3V 和 1.8V 电源。TPS73633 可将 5V 电源降至 3.3V，以便为 TUSB2E221 和 TPS73601 供电。TPS73601 使用 3.3V 电源，并进一步将电压降至 1.8V，以用作 TUSB2E221 电源和用于配置的 I/O 输入电压。

## 2 硬件

### 2.1 入门

评估 TUSB2E221EVM 需要 5V 电源、USB 连接和 eUSB2 连接。本节假定 TUSB2E221EVM 跳线处于表 2-1 中所述的默认状态。

**表 2-1. TUSB2E221EVM 默认跳线配置**

位号	默认位置	说明
J1	1-2	VBUS 到 J5 micro-USB 端口 A 连接器
J3	1-2	5V 电压轨和直流插孔到 VBUS
J4	不适用	I2C 接口
J6	不适用	VBUS 到 J10 micro-USB 端口 B 连接器
J7	2-3	EQ1 为低电平
J12	2-3	EQ0 为低电平
J14	1-2	5V 输入到 3.3V LDO
J15	1-2	1.8V 电源轨到 1.8V IO 电压轨
J16	1-2	1.8V LDO 输出到 1.8V 电源轨
J17	1-2	3.3V 电源轨到 1.8V LDO
J18	不适用	EQ2 悬空
J19	1-2	I2C SDA 上拉电阻器
J20	1-2	I2C SCL 上拉电阻器
SW1	2-1 (左侧)	设置在 2-1 位置 (左侧)
SW3	2-3 (顶部)	设置在 2-3 位置 (顶部)

以下测试过程介绍了如何将 EVM 集成到 eUSB 系统并开始评估。在开始之前，请确保没有为系统供电，并且已采取适当的 ESD 保护措施。

- 连接到 eUSB 端口 0** — TUSB2E221EVM 有两个 eUSB 端口，可通过 SMP 线缆连接到 eUSB 主机或设备。eUSB 主机或设备负责通过 eUSB 接口配置 TUSB2E221，如节 1.3 中所述。
- 连接到 USB 端口 A** — EVM 上的两个 micro-AB USB 端口连接到 USB 主机或设备。如果在步骤 1 中将 TUSB2E221 配置为设备中继器，则将 USB 主机连接到 USB 端口 A。如果将其配置为主机，则应连接 USB 设备。
- 为 EVM 提供 5V 电源** — 有多种方法可以为 EVM 提供 5V 电源。有关各种电源模式的详细信息，请参阅节 2.2.1。
- 开启系统电源或发出复位** — 上电后，eUSB 主机或器件会自动配置中继器并通过 eUSB 和 USB 接口建立连接。除了常规电源复位电路外，TUSB2E221EVM 还包含一个外部复位按钮。

### 2.2 EVM 配置

可以通过多种方法来配置 TUSB2E221EVM 以满足各种应用的需求。电源可由外部提供或由 VBUS 提供。TUSB2E221 的 GPIO 引脚和 I2C 接口允许配置信号调节设置。默认情况下，通过安装在 J19 和 J20 上的跳线在 EVM 上启用 I2C 模式。要访问 I2C 接口，请将 1.8V I2C 控制器连接到接头 J4 上的 SDA、SCL 和 GND 引脚。默认 7 位 I2C 地址为 0x4F。

#### 备注

TUSB2E221EVM 的修订版 A 的 SCL 和 SDA 与原理图中所示的相反。SCL 是 J4 的引脚 1，SDA 是引脚 2。

## 2.2.1 电源模式

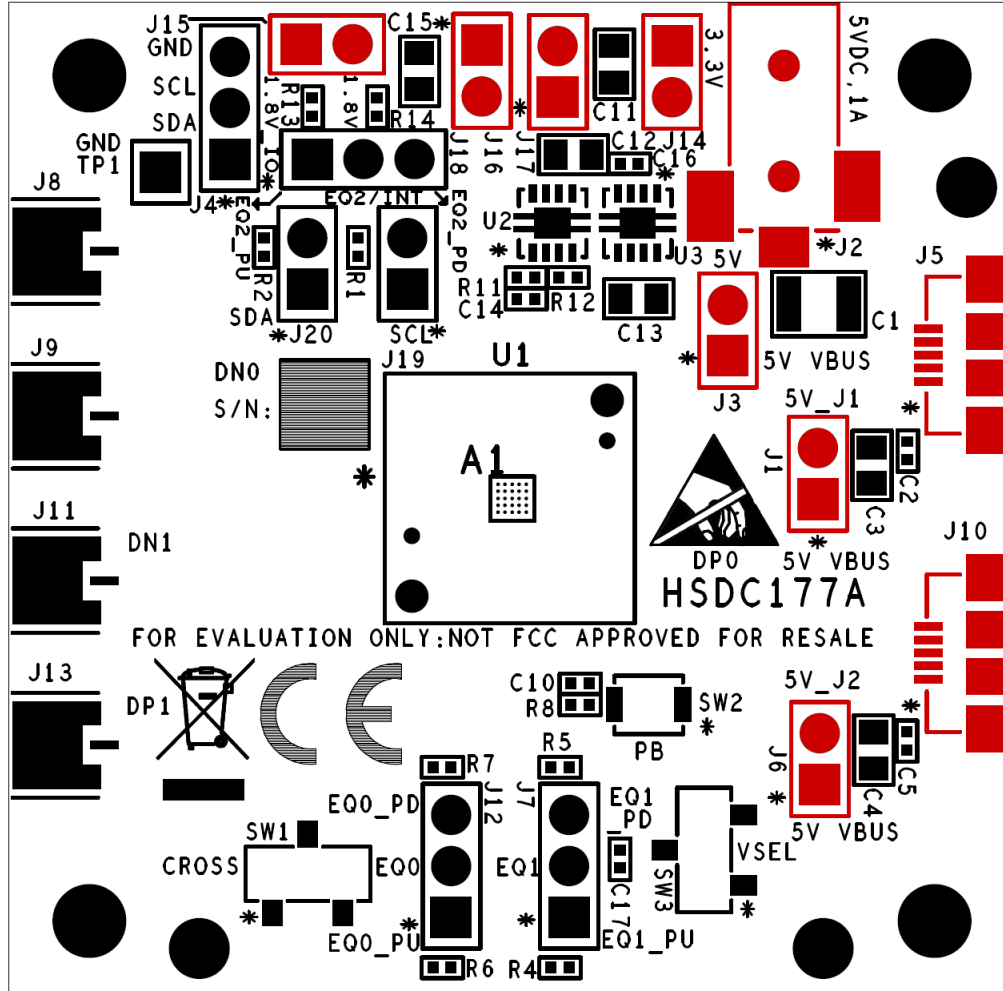


图 2-1. TUSB2E221EVM 电源配置概述

TUSB2E221 在正常运行期间需要两个电源电压。3.3V 和 1.8V 电源可直接由 J14 和 J16 接头引脚 1 上的外部电源提供。TUSB2E221EVM 还包含两个板载 LDO，可从 5V 电源生成 3.3V 和 1.8V 电压。可通过 micro-AB USB 连接器或通过 5V 壁式电源提供 5V 电源。

### 2.2.1.1 自供电配置

TUSB2E221EVM 5V 电源可由 CUI、Digikey# 102-3584-N 或类似产品提供的直流电源提供。

外部电源或电源配件要求：

标称输出电压：5VDC

最大输出电流：3000mA

效率等级 CoC 2 级

在向 EVM 供电之前，确保尚未通过 USB 总线为 EVM 提供 5V 电源。请按表 2-2 所示配置 EVM 跳线，以禁用总线电源并启用壁式电源。

**表 2-2. EVM 壁式电源配置**

位号	已安装	说明
J1	否	VBUS 到 J5 micro-USB 端口 A 连接器
J3	是	5V 电压轨和直流插孔到 VBUS
J6	否	VBUS 到 J10 micro-USB 端口 B 连接器
J14	是	5V 输入到 3.3V LDO
J15	是	1.8V 电源轨到 1.8V IO 电压轨
J16	是	1.8V LDO 输出到 1.8V 电源轨
J17	是	3.3V 电源轨到 1.8V LDO

配置 EVM 后，将直流适配器插入 EVM 上 J2 处的直流插孔。当 TUSB2E221 配置为自供电设备或主机时，使用这种方法供电非常有用。

### 2.2.1.2 总线供电配置

当通过 micro-USB 连接器提供 VBUS 时，TUSB2E221EVM 不需要外部 5V 电源。通过配置 EVM 接头，确保尚未通过其他来源向 EVM 提供 5V 电压，如表 2-3 中所示。

**表 2-3. EVM 总线电源配置**

位号	已安装	说明
J1	是	VBUS 到 J5 micro-USB 端口 A 连接器
J3	否	5V 电压轨和直流插孔到 VBUS
J6	是	VBUS 到 J10 micro-USB 端口 B 连接器
J14	是	5V 输入到 3.3V LDO
J15	是	1.8V 电源轨到 1.8V IO 电压轨
J16	是	1.8V LDO 输出到 1.8V 电源轨
J17	是	3.3V 电源轨到 1.8V LDO

配置 EVM 后，将 USB 主机插入 J1 或 J6 micro-USB 连接器。当 TUSB2E221 配置为由总线供电设备时，使用此方法供电非常有用。

### 2.2.1.3 外部电源

除了为 TUSB2E221EVM 提供 5V 电源外，也可为 TUSB2E221 器件直接提供 3.3V 和 1.8V 电源。

在向 EVM 供电之前，确保尚未通过 USB 总线或直流电源插孔提供电源。如表 2-4 所示，配置 EVM 跳线以禁用 3.3V 和 1.8V LDO 并允许直接外部电源。

**表 2-4. EVM 外部电源配置**

位号	已安装	说明
J1	否	VBUS 到 J5 micro-USB 端口 A 连接器
J3	否	5V 电压轨和直流插孔到 VBUS
J6	否	VBUS 到 J10 micro-USB 端口 B 连接器
J14	否	5V 输入到 3.3V LDO
J15	是	1.8V 电源轨到 1.8V IO 电压轨
J16	否	1.8V LDO 输出到 1.8V 电源轨
J17	否	3.3V 电源轨到 1.8V LDO

配置 EVM 后，将 3.3V 电源连接到 J14 的引脚 1，将 1.8V 电源连接到 J16 的引脚 1。在评估 TUSB2E221 的功耗时，使用这种方法供电非常有用。可在提供给 EVM 的 3.3V 和 1.8V 电压轨上进行电流和电压测量。

## 2.2.2 功能模式

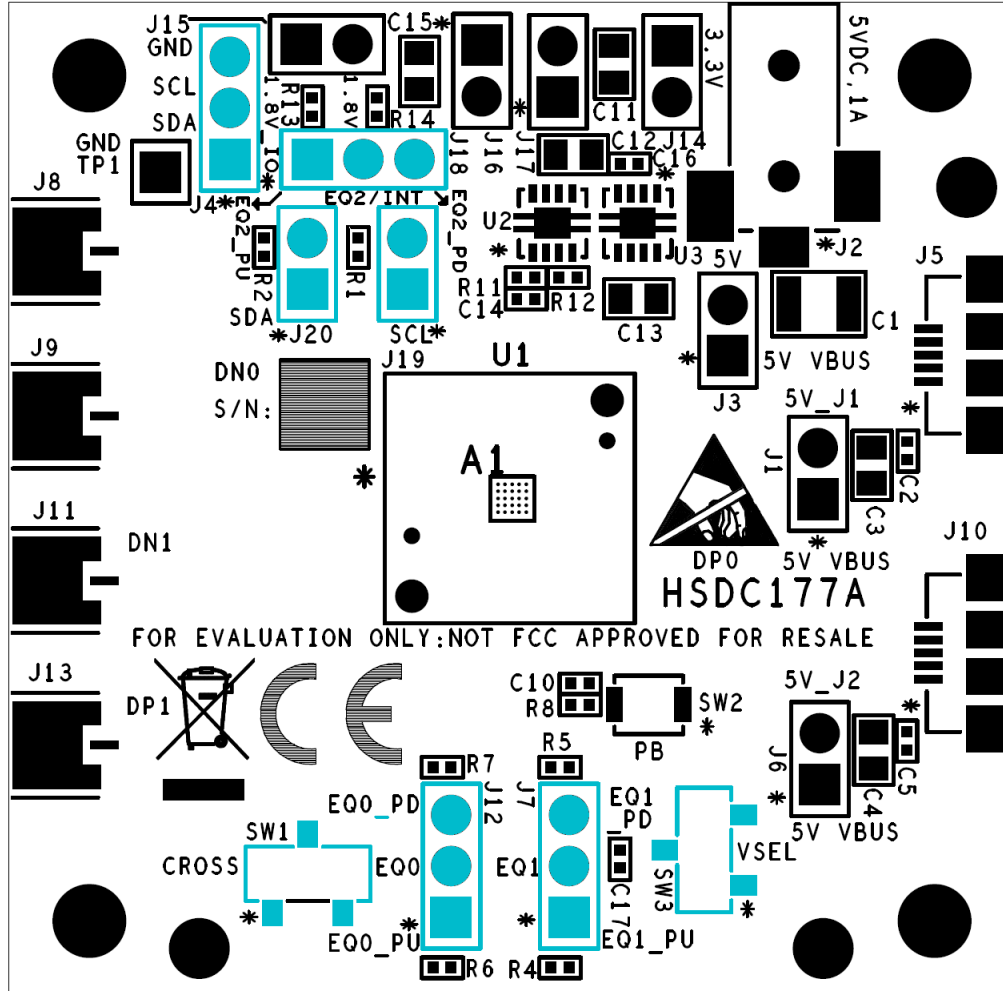


图 2-2. TUSB2E221EVM 配置概述

TUSB2E221 具有 3 种功能模式：支持 I2C 模式、GPIO 模式和 UART 模式。图 2-2 显示了用于配置 TUSB2E221 的每个接头和开关的位置。

### 2.2.2.1 启用 I2C 的中继器模式

在启用 I2C 的中继器模式下，可以通过寄存器设置来配置 EVM。EQ0 和 EQ1 必须设置为高电平。设置为低电平时，中继器配置为 UART 模式，不转发 eUSB 或 USB 数据包。

表 2-5. 启用 I2C 的中继器模式跳线配置

位号	跳线位置	说明
J7	2-3	EQ1 设置为低电平
J12	2-3	EQ0 设置为低电平
J19	1-2	SDA 通过 1kΩ 电阻器上拉为高电平
J20	1-2	SLC 通过 1kΩ 电阻器上拉为高电平

### 2.2.2.2 GPIO 中继器模式

在 GPIO 中继器模式下，I2C 接口被禁用，可以通过修改 EQ0、EQ1 和 EQ2 引脚来设置信号调节设置。在启动时对这些引脚进行采样。

**表 2-6. GPIO 中继器模式跳线配置**

位号	跳线位置	说明
J7	不适用	将 EQ1 设置为所需的信号调节设置。
J12	不适用	将 EQ0 设置为所需的信号调节设置。
J19	不适用	请勿连接跳线，让 SDA 悬空。
J20	不适用	请勿连接跳线，让 SCL 悬空。

### 2.2.2.3 UART 模式

在 UART 模式下，TUSB2E11 可充当 3.3V 至 1.2V 电平转换器以支持系统内调试。可逐端口设置 UART 模式，如 TUSB2E221 数据表中所述。在下面的配置中，两个 eUSB-USB 端口都设置为 UART 模式。

**表 2-7. UART 模式跳线配置**

位号	跳线位置	说明
J7	1-2	EQ1 设置为高电平
J12	1-2	EQ0 设置为高电平
J19	1-2	SDA 通过 1k $\Omega$ 电阻器上拉为高电平
J20	1-2	SLC 通过 1k $\Omega$ 电阻器上拉为高电平

### 2.2.3 I/O 和中断

将 TUSB2E221 配置为 I2C 模式后，EQ0、EQ1 和 EQ2/INT 引脚便成为可编程 I/O 引脚。在需要系统调试或需要侧带信令的情况下，这些非常有用。

TUSB2E221 可配置为使用 1.8V 或 1.2V I/O 电压。EVM 上的 SW2 控制 VIOSEL 引脚。要修改信令，请参阅表 2-8。更改此设置会修改 EQ0、EQ1、EQ2/INT、SCL 和 SDA 引脚的阈值电压。

**表 2-8. TUSB2E221EVM I/O 电压开关**

SW3 位置	I/O 电压
1-2 (底部)	1.2V
2-3 (顶部)	1.8V

TUSB2E221 还有一个交叉点多路复用器，允许 eUSB-USB 信号路径从 eUSB 端口的端口 0 到 USB 端口的端口 0，如表 2-9 所示。

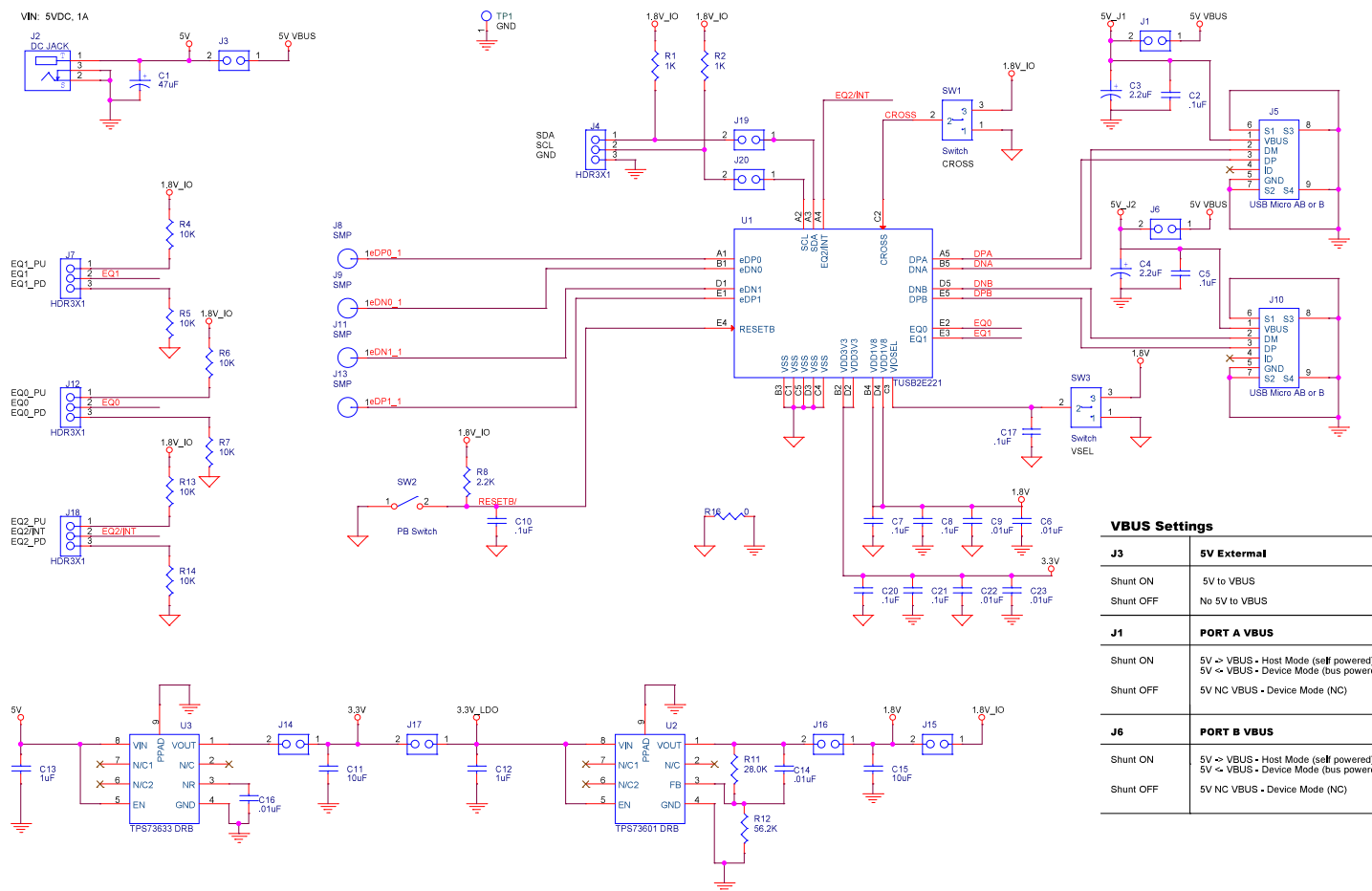
**表 2-9. TUSB2E221EVM 多路复用器配置**

SW1 位置	eUSB/USB 端口映射
1-2 (左侧)	eUSB0->USBA   eUSB1->USBB
2-3 (右侧)	eUSB0->USBB   eUSB1->USBA



### 3 硬件设计文件

#### 3.1 原理图



VBUS Settings	
<b>J3</b>	<b>5V External</b>
Shunt ON	5V to VBUS
Shunt OFF	No 5V to VBUS
<b>J1</b>	<b>PORT A VBUS</b>
Shunt ON	5V → VBUS - Host Mode (self powered) 5V ← VBUS - Device Mode (bus powered)
Shunt OFF	5V NC VBUS - Device Mode (NC)
<b>J6</b>	<b>PORT B VBUS</b>
Shunt ON	5V → VBUS - Host Mode (self powered) 5V ← VBUS - Device Mode (bus powered)
Shunt OFF	5V NC VBUS - Device Mode (NC)

图 3-1. TUSB2E221EVM 原理图

### 3.2 电路板布局

TUSB2E221EVM 的布局应考虑以下注意事项：

- USB 2.0 信号的阻抗控制为  $90\ \Omega$  差分  $\pm 5\%$ 。
- eUSB2 信号的阻抗控制为  $45\ \Omega$  单端  $\pm 5\%$ 。
- USB 2.0 和 eUSB2 信号对使用匹配的布线长度，尽可能减少使用过孔。
- 所有其他信号的阻抗控制为  $45\ \Omega \pm 10\%$  或  $50\ \Omega \pm 10\%$ 。

下面提供了有关 PCB 的一般信息：

- 成品电路板厚度： $0.062 \pm 10\%$  — 插座需要
- 覆铜重量：内部为 1oz 起步，外部为 1/2oz 起步
- 层压材料：FR4 Polyclad 370 或等效材料

TUSB2E221EVM 使用四层堆叠。

在电路板堆叠上钻孔实现小间距 BGA 分线的说明：

1. L1 - L2 (激光钻孔) 用于小间距 BGA 分线。
2. L2 - L3 (机械钻孔) 完成小间距 BGA 分线。
3. L3 - L4 (激光钻孔) 实现 VPP。

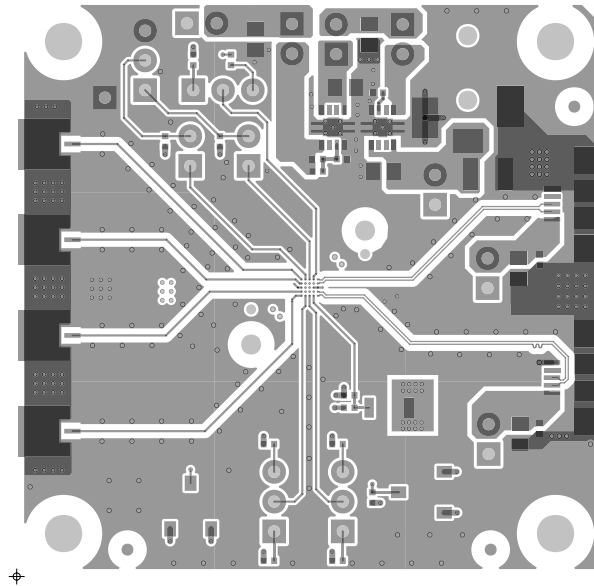


图 3-2. TUSB2E221EVM PCB 顶层

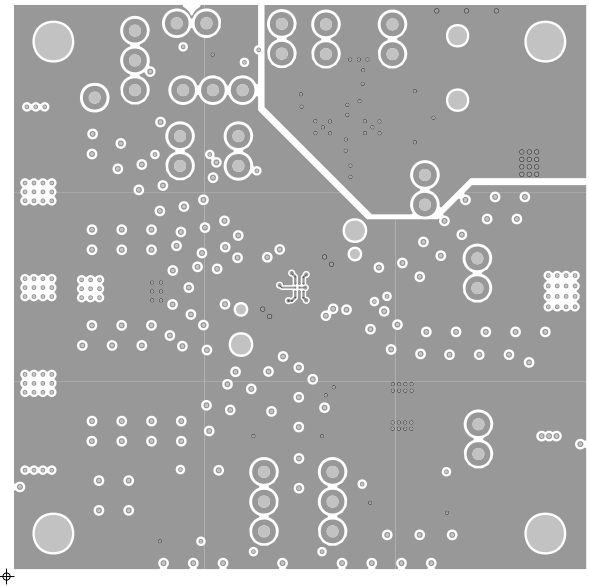


图 3-3. TUSB2E221EVM PCB 第 2 层 (接地平面)

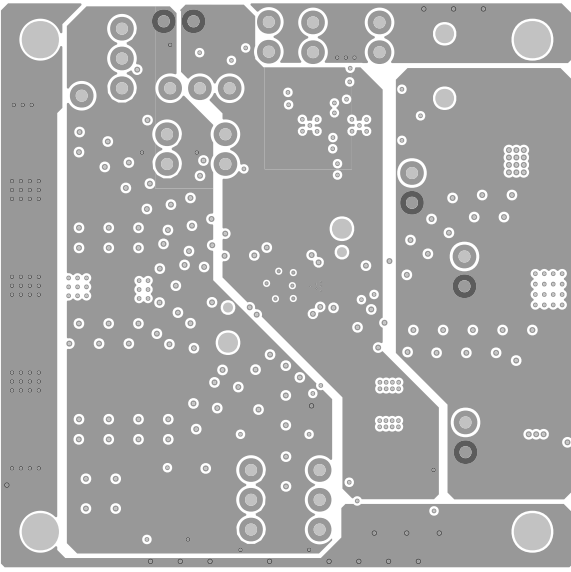


图 3-4. TUSB2E221EVM PCB 第 3 层 (电源平面)

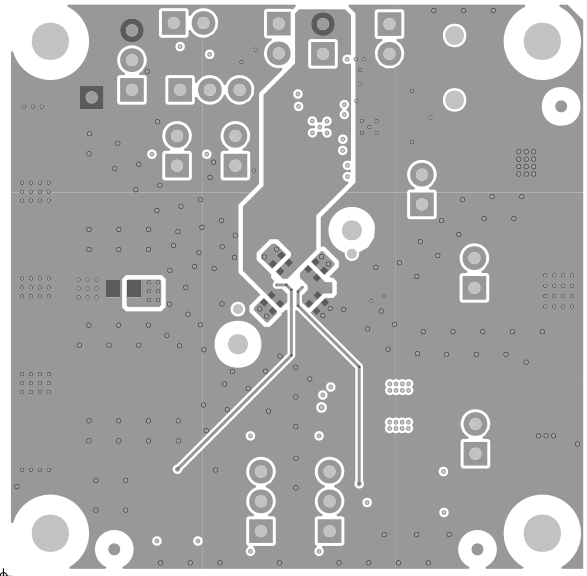


图 3-5. TUSB2E221EVM 第 4 层 (底面)

### 3.3 物料清单

本节列出了 TUSB2E221EVM 上安装的默认器件。

表 3-1. 物料清单

位号	数量	值	器件型号	制造商
C1	1	47 $\mu$ F	C3225X5R1A476M250AC	TDK
C2、C5、C7、C8、C10、C17、C20、C21	8	0.1 $\mu$ F	CC0402KRX5R6BB104	Yageo
C3、C4	2	2.2 $\mu$ F	CGA4J3X7R1C225K125AB	TDK
C6、C9、C14、C16、C22、C23	6	0.01 $\mu$ F	C0402C103K3RAC7867	Kemet
C11、C15	2	10 $\mu$ F	C0805C106K8PAC7800	Kemet
C12、C13	2	1 $\mu$ F	C0805C105K4RAC7800	Kemet
J1、J3、J6、J14、J15、J16、J17、J19、J20	9	HDR2X1	PEC02SAAN	Sullins
J2	1	直流插孔	PJ1-022-SMT-TR	CUI
J4、J7、J12、J18	4	HDR3X1	PEC03SAAN	Sullins
J5、J10	2	USB Micro AB 或 B	10104111-0001LF	Amphenol FCI
J8、J9、J11、J13	4	SMP	19S201-40ML5	Rosenberger
PCB1	1	HSDC177	HSDC124	不限
R1、R2	2	1K	RT0402BRE071KL	Yageo
R4、R5、R6、R7、R13、R14	6	10K	RC0402JR-0710KL	Yageo
R8	1	2.2K	RC0402FR-072K2L	Yageo
R11	1	28.0K	RC0402FR-0728KL	Yageo
R12	1	56.2K	RT0402BRD0756K2L	Yageo
R16	1	0	RC0805JR-070RL	Yageo
SCRW1、SCRW2、SCRW3、SCRW4	4	NY PMS 440 005 PH	NY PMS 440 0050 PH	B&F 紧固件
SHNT1、SHNT2、SHNT3、SHNT4、SHNT5、SHNT6、SHNT7、SHNT8	8	QPC02SXGN-RC	QPC02SXGN-RC	Sullins
STDOFF1、STDOFF2、STDOFF3、STDOFF4	4	1902E	1902E	Keystone
SW1、SW3	2	开关	CJS-1201TB	Nidec Copal
SW2	1	PB 开关	B3U-1000P	OMRON
TP1	1	测试点	PEC01SAAN	Sullins
U1	1	TUSB2E221	TUSB2E2211001YCGR	德州仪器 (TI)
U2	1	TPS73601 DRB	TPS73601DRBR	德州仪器 (TI)
U3	1	TPS73633 DRB	TPS73633DRBR	德州仪器 (TI)

## 4 其他信息

### 4.1 商标

所有商标均为其各自所有者的财产。

## 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 © 2024，德州仪器 (TI) 公司