

EVM User's Guide: TPS65214EVM

TPS65214 评估模块



说明

TPS65214EVM 旨在提供快速设置，用于评估 TPS65214 电源管理 IC (PMIC) 并帮助在寄存器级别上熟悉 PMIC。该 EVM 内置可配置接头和跳线。借助 USB-C® 端口和板载 USB 转 I²C 适配器，可通过板载 MSP432 轻松与器件进行通信。

开始使用

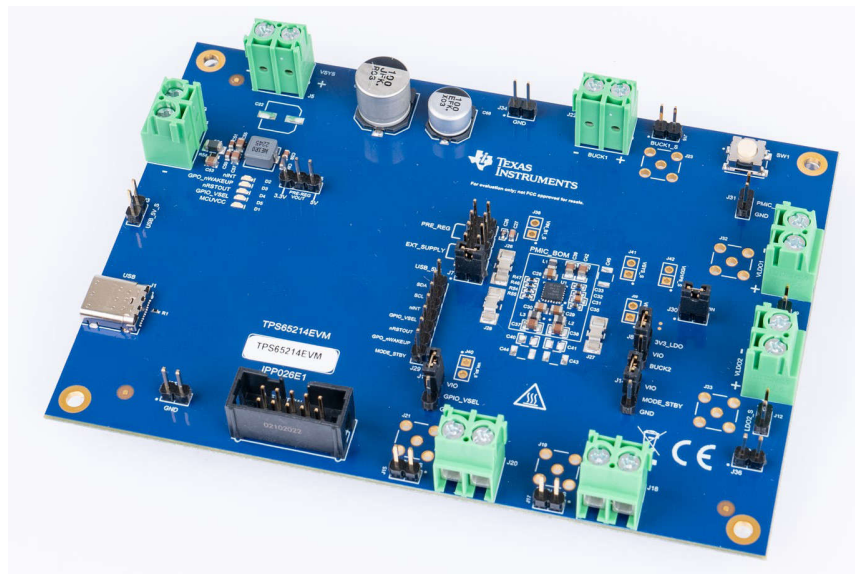
1. 订购 [TPS65214EVM](#)
2. 使用提供的链接访问 GUI，以便在浏览器中在线使用或直接下载桌面版本：[TPS65214-GUI](#)
3. 使用 EVM 套件中随附的 USB-A 转 USB-C 电缆或外部 USB2ANY 接口适配器，将 EVM 硬件连接到主机，并为电路板提供输入电源以启用 I²C 通信。

特性

- GUI 支持读取和写入器件寄存器，以及能够查看和导出寄存器数据
- 用于 I²C 通信的 USB-A 转 USB-C 连接
- 用于 I²C 通信的 USB2ANY 接口支持

应用

- 电器
- 楼宇安全
- 电动汽车充电基础设施
- 防火安全系统
- HMI
- HVAC
- 工业 PC
- 低功耗工业 MPU，例如 AM62L
- 光学模块
- 患者监护和诊断
- PLC
- 智能仪表
- 测试和测量
- 视频监控



TPS65214EVM

1 评估模块概述

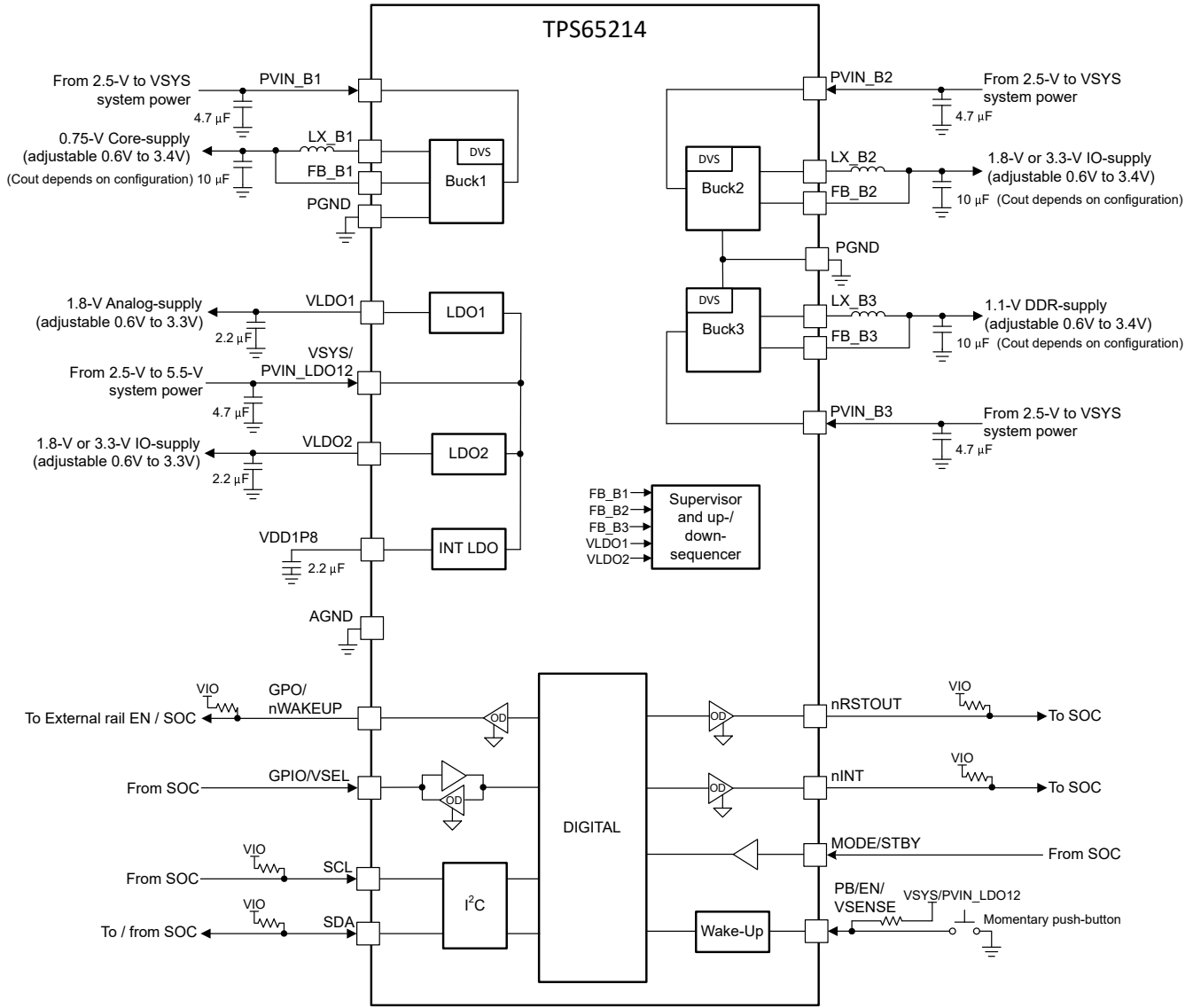
1.1 简介

本用户指南描述了 TPS65214 评估模块 (EVM) 的特性、操作和使用。TPS65214EVM 是一款经全面组装的平台，用于评估 TPS65214 电源管理 IC (PMIC) 性能和功能。该 EVM 包括板载 USB 转 I²C 适配器、电源端子、用于所有直流稳压器输入和输出的跳线以及用于常见测量的测试点。

1.2 套件内容

- TPS65214EVM 电路板
- USB-A 转 USB-C 电缆

1.3 规格



Copyright © 2023, Texas Instruments Incorporated

图 1-1. TPS65214 功能方框图

1.4 器件信息

TPS65214 是一款电源管理集成电路 (PMIC)，设计用于便携式与固定式应用的各种 SoC 供电。该器件的额定环境温度范围为 -40°C 至 $+105^{\circ}\text{C}$ ，也正因此，PMIC 成为了各种工业级应用的理想选择。该器件包含三个同步直流/直流降压转换器和两个线性稳压器。

1.5 注意



小心

使用前先阅读用户指南。



小心

表面高温。接触会导致烫伤。请勿触摸。

2 硬件

2.1 要求

本节列出了运行该 EVM 所需的最低硬件要求。

EVM : TPS65214 评估板

主机 : 使用 EVM 软件需要具有可用 USB 端口的计算机。EVM 软件在计算机上运行，并通过 USB-C 端口或 USB2ANY 接口与 EVM 进行通信。

电源 : 能够提供 5V 电压的输入电压源

2.2 TPS65214 资源概览

TPS65214 PMIC 具有多种模拟和数字资源，可以将其配置，以便为不同的处理器、FPGA 和 SoC 供电。表 2-1 和表 2-2 总结了模拟电压轨的一些关键电气规格、可能的电源配置和每个稳压器的可编程特性。

表 2-1. TPS65214 电源资源

| | Buck1 | Buck2 和 Buck3 | LDO1 | LDO2 |
|------------|---------------------|---------------------|---------------|---------------|
| 输入电压范围 | 2.5V 至 5.5V | 2.5V 至 5.5V | 1.4V 至 5.5V | 1.4V 至 5.5V |
| 输出电压范围 | 0.6V 至 3.4V | 0.6V 至 3.4V | 0.6V 至 3.3V | 0.6V 至 3.3V |
| 工作电流 | 最大 2A | 最大 1A | 300mA | 500mA |
| 限流 | 5.7A 至 6.9A | 3.9A 至 4.7A | 600A 至 900mA | 400A 至 900mA |
| 状态监控 | UV、NEG_OC、OC、SCG、RV | UV、NEG_OC、OC、SCG、RV | UV、OC、SCG、RV | UV、OC、SCG、RV |
| 电压轨配置 | 降压转换器 | 降压转换器 | LDO；负载开关 | LDO；负载开关 |
| 短路阈值 (SCG) | 220mV 至 300mV | 220mV 至 300mV | 220mV 至 300mV | 220mV 至 300mV |

2.2.1 TPS65214 多功能引脚

TPS65214 多功能引脚

TPS65214 具有三个可根据功能用途进行配置的多功能引脚。表 2-2 展示了每个引脚的可用功能以及这些引脚是如何配置和运行的。

备注

只有 MODE/RESET 或 MODE/STBY 引脚之一可以配置为 MODE。如果两者都配置为 MODE，则优先采用 MODE/RESET，而 MODE/STBY 将被忽略。

表 2-2. TPS65214 多功能引脚

| 引脚名称 | 引脚配置 | 运行 |
|-------------|--|---|
| GPIO/VSEL | <p>GPIO 可通过 GENERAL_CONFIG 寄存器中的 GPIO_CONFIG 位配置为输入或输出。</p> | 有关详细操作，请参阅 TPS65214 用于 ARM Cortex 处理器的集成电源管理 IC 数据表 中的“配置为 GPIO 的 GPIO/VSEL”部分。 |
| | <p>VSEL 引脚电平用于通过 MFP_1_CONFIG 寄存器中的 VSEL_RAIL 位来设置 Buck1 或 Buck3 的输出电压。</p> | 有关详细操作，请参阅 TPS65214 用于 ARM Cortex 处理器的集成电源管理 IC 数据表 中的“配置为 ‘VSEL’ 的 GPIO/VSEL”部分。 |
| MODE/STBY | <p>模式 强制降压转换器进入 PWM 模式，或允许其自动进入 PFM 模式。</p> | 引脚状态决定降压转换器的开关模式。 |
| | <p>STBY 将器件设置为低功耗模式。</p> | 禁用选择的电源轨。将引脚低电平的持续时间置为超过 $t_{DEGLITCH_MFP}$ 。MODE 和 STBY 两者可以组合。电平敏感。 |
| GPO/nWAKEUP | <p>GPO 用于对外部电源轨定序的通用输出</p> | 可配置的上电和断电序列，也可通过 GENERAL_CONFIG 寄存器中的 GPO_EN 位进行控制。 |
| | <p>nWAKEUP 向主机发送信号，以便指示上电事件。</p> | 引脚保持低电平，直到器件退出 INITIALIZE 状态。极性不可配置。 |

2.3 EVM 配置

下述章节概述了 TPS65214EVM 进行一般实验的配置。

按如下方式配置 TPS65214EVM：

1. 使用 [电源电压设置](#) 中指示的跳线为预期应用配置稳压器输入电源轨。
2. 使用 [多功能引脚设置](#) 中指示的模式配置说明从外部配置多功能引脚。请注意，在 SD 或 DDR 电压选择中，稳压器选择的默认配置可能因不同的 NVM 配置而不同（极性可配置）。
3. 将 VSYS 连接到能够支持该应用的电源上，并启用该电源。TPS6521401 的典型电源电压为 5V。
4. 如果使用配置为首次电源检测 (FSD) 的 TPS65214 版本，则只要将 5V 电源连接到 VSYS，就会执行上电序列。

2.3.1 默认 EVM 配置

本节介绍在 TPS6521401 PMIC 上编程的默认配置。

TPS65214EVM 随附已安装了 TPS6521401 PMIC，这是 TPS65214 器件系列的可订购器件型号之一。[表 2-3](#) 展示了可用于评估 PMIC 性能的默认跳线配置。作为参考，[图 2-1](#) 演示了 EVM 上的输出电压和跳线位置。该信息基于 TPS6521401EVM 上已编程的默认配置。该 EVM 可用于评估其他 TPS65214 型号。如果重新配置 PMIC 或将其替换为其他可订购器件，请根据需要更改外部无源元件和跳线配置。

有关可重新配置的设置和相关 I2C 寄存器的更多信息，请参阅 [TPS65214 适用于 ARM Cortex 处理器的集成电源管理 IC 数据表](#) 和 [TPS6521401 技术参考手册 \(TRM\)](#)。

TPS65214EVM 旨在展示 PMIC 系列的一些潜在用途。与 TPS65214x 器件相比，该 EVM 限制更多。

表 2-3. TPS65214EVM 默认跳线配置

| | 接头 | | 跳线默认位置 |
|----------|-------|------------------------------|--------------------------------------|
| 电源电压设置 | J6、J7 | PRE_REG/EXT_SUPPLY/ USB_V | 设置为使用来自 VSYS 输入的外部电源提供系统电压 |
| | J25 | PRE-REG VOUT | 将前置稳压器的输出设置为 3.3V |
| VIO 电压设置 | J8 | VIO | 设置为使用外部 3.3V LDO 为 VIO 供电 |
| | J30 | EXT_LDO_VIN | 设置为使用 VSYS 为外部 3.3V LDO 供电 |
| 多功能引脚设置 | J11 | GPIO_VSEL | 高电平 = ON (默认 EVM 配置) 低电平 = OFF |
| | J14 | MODE_STBY | 高电平 = 活动状态 (默认 EVM 配置) 低电平 = 待机状态 |

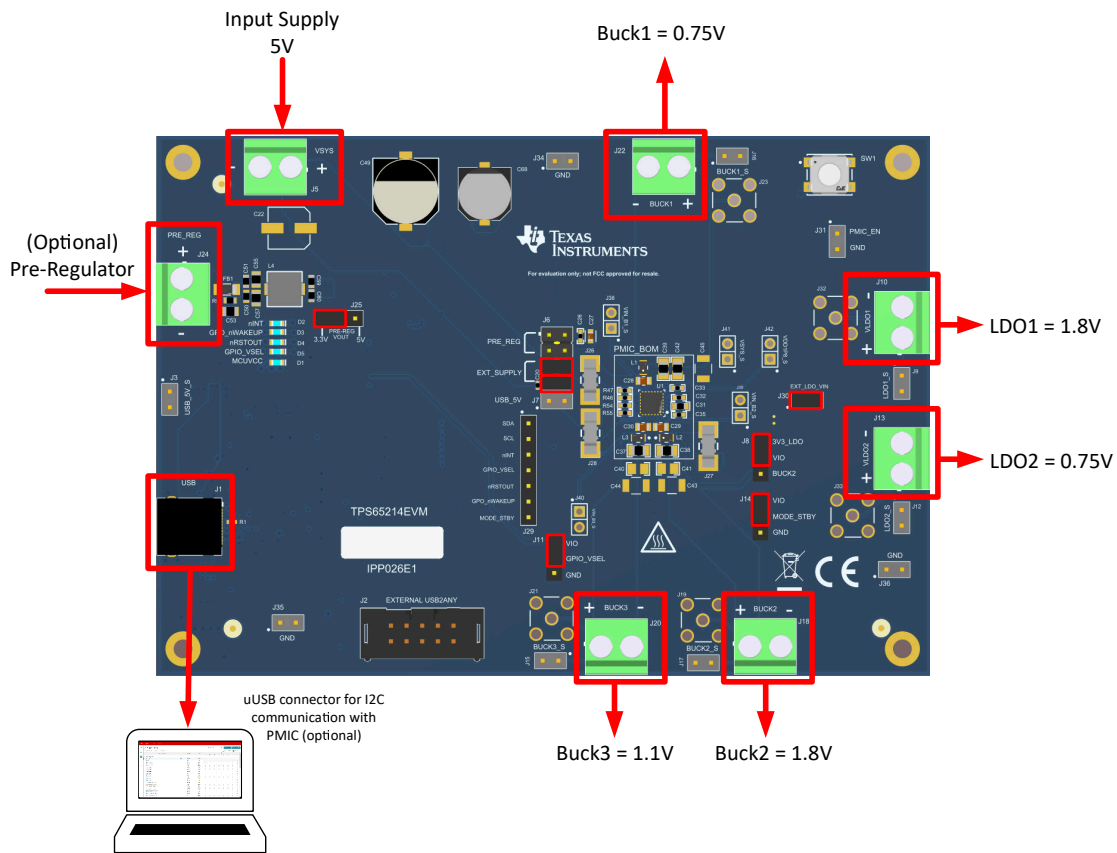


图 2-1. TPS65214EVM 默认配置

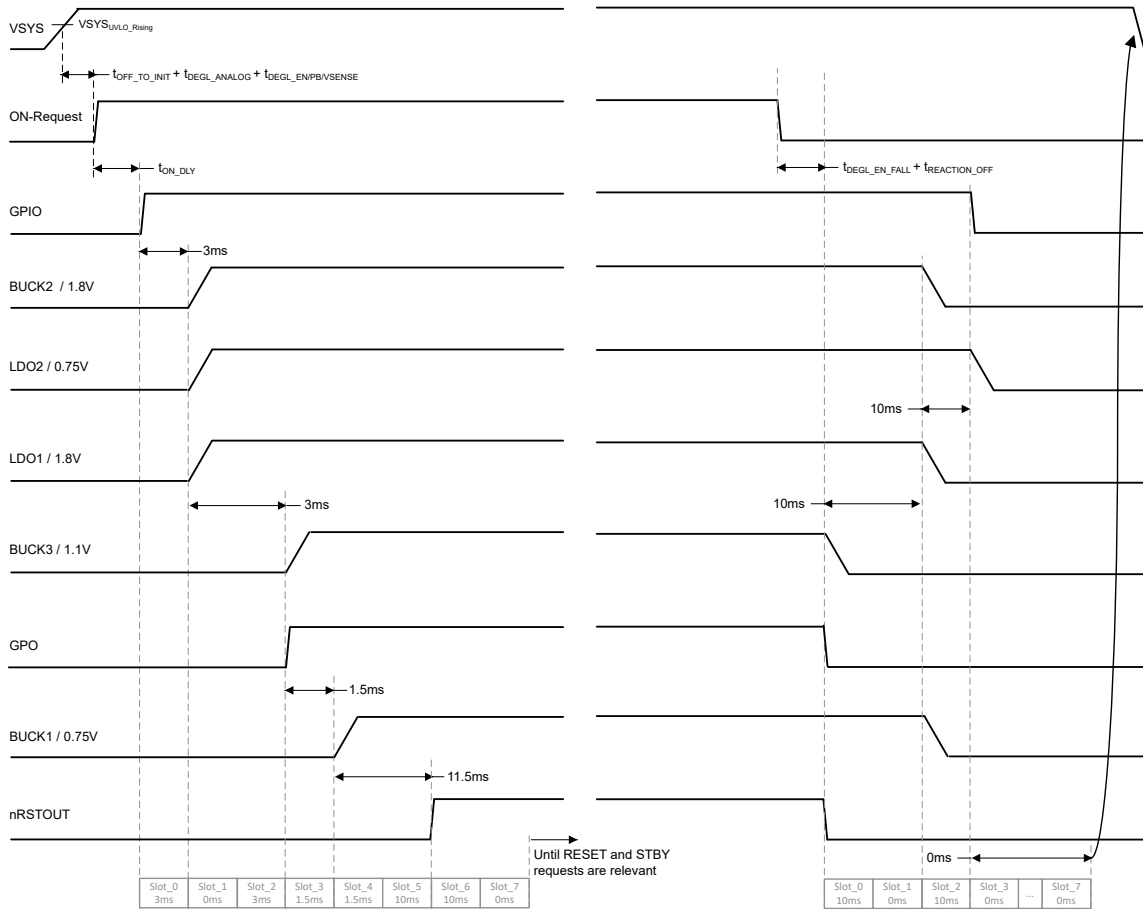


图 2-2. TPS6521401 电源序列

2.3.2 配置接头

TPS65214EVM 具有多个接头，可用于更改某些电源轨的输入电源。该 PCB 还包含允许使用多功能引脚更改 PMIC 特定功能的接头。表 2-4 列出了每个选项的所有接头和预期配置。作为参考，接头位置和配置选项如图 2-3 所示。

表 2-4. TPS65214 配置接头

| 接头名称 | 说明 | 配置 |
|------|-------------------------------------|--|
| J6 | PRE_REG/EXT_SUPPLY VSYS 输入源选择 | J6-1、J6-3 VSYS 由前置稳压器输出 (3.3V/5V) 供电 |
| | | J6-5、J6-7 VSYS 由 VSYS 输入 (J5) 处的外部电源供电 |
| J7 | VSYS 输入源选择 | J7-1 VSYS 由 USB 输入供电 |
| J8 | VIO 源选择 | J8-1 VIO 由外部 3.3V LDO 供电 |
| | | J8-3 VIO 由 BUCK2 供电输出 |
| J11 | GPIO/VSEL GPIO/VSEL 引脚的高电平/低电平选择 | J11-1：将 GPIO/VSEL 引脚设置为高电平。具体影响取决于配置 (GPIO 或 VSEL) |
| | | J11-3：将 GPIO/VSEL 引脚设置为低电平。具体影响取决于配置 (GPIO 或 VSEL) |
| J14 | MODE/STBY MODE/STBY 引脚的高电平/低电平选择 | J14-3：将 MODE/STBY 引脚设置为高电平。具体影响取决于配置 (MODE 或 STBY 或两者) |
| | | J14-1：将 MODE/STBY 引脚设置为低电平。具体影响取决于配置 (MODE 或 STBY 或两者) |
| J30 | EXT_LDO_VIN 外部 3.3V LDO 输入 | 外部 LDO 由 VSYS 供电 |

表 2-4. TPS65214 配置接头 (续)

| 接头名称 | 说明 | 配置 |
|------|---------|---|
| J31 | PMIC_EN | PMIC 使能 如果 EN/PB/VSENSE 配置为 EN，则使用 PMIC 使能引脚 |

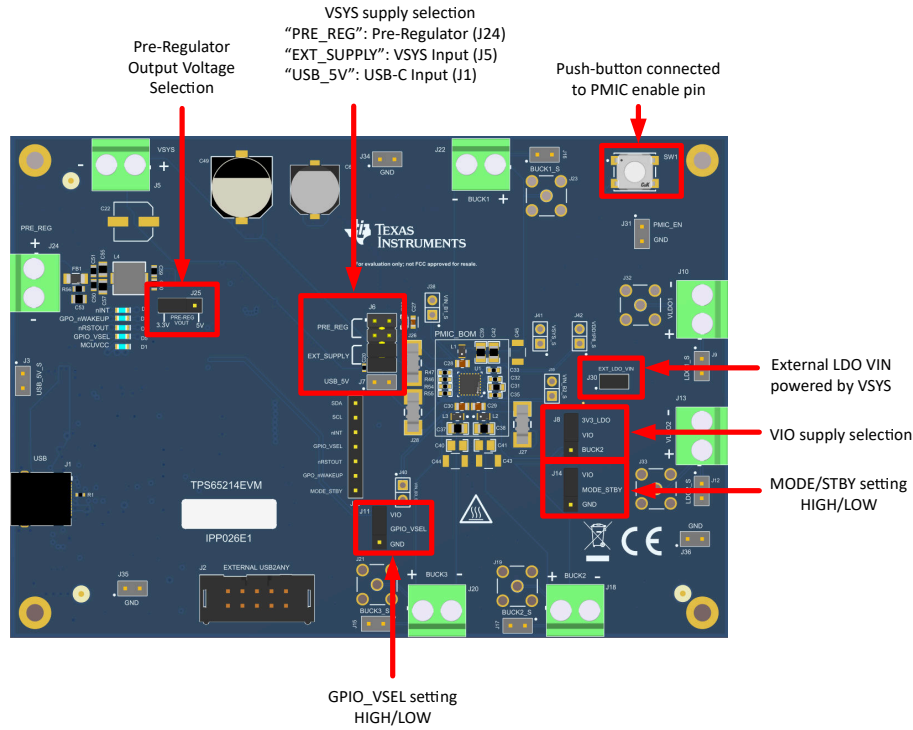


图 2-3. TPS65214EVM 接头配置

2.3.3 测试点

EVM 包含额外接头，可用作电压和电流检测测量的测试点。测试点的引线分配如表 2-5 中所示。

表 2-5. TPS65214 EVM 测试点

| 接头名称 | 相关引线 |
|------|----------|
| J3 | USB 5V_S |
| | GND |
| J9 | LDO1_S |
| | GND |
| J12 | LDO2_S |
| | GND |
| J15 | BUCK3_S |
| | GND |
| J16 | BUCK1_S |
| | GND |
| J17 | BUCK2_S |
| | GND |
| J34 | GND 连接 |
| J35 | GND 连接 |
| J36 | GND 连接 |

3 软件

3.1 图形用户界面 (GUI)

TPS65214-GUI 既可在浏览器中使用，也可作为独立应用程序使用。该软件提供了一种简单的方法，通过板载 MSP432 上的 USB2ANY 或外部 USB2ANY 接口适配器，经由 I2C 与设备进行通信。有关 GUI 安装和设置过程的详细信息，请参阅本节。请注意，该 EVM 可在不使用软件的情况下上电和运行。

本节介绍了德州仪器 (TI) **TPS65214 图形用户界面 (GUI)** 工具的使用和功能。

3.1.1 入门

入门涉及以下步骤：

1. 在“Gallery”中找到该 GUI
2. 下载所需软件
 - a. 用于从 Web 浏览器运行该 GUI 的 TI Cloud Agent
 - b. 该 GUI 的离线版本
3. 启动 GUI

3.1.1.1 查找 GUI

PMIC GUI 基于与 Chrome™ 或 Firefox™ 兼容的 GUI Composer。建议使用 Chrome 网络浏览器，而本文档通篇使用该浏览器进行演示。PMIC GUI 还与 Microsoft Edge™ 兼容。可以通过 [TI DevTools 页面](#) 中的 TI 开发工具找到该 GUI。从“Tools”选项卡（在 [图 3-1](#) 中以蓝色突出显示）导航至“Gallery”是进入“Gallery”的一种方式。

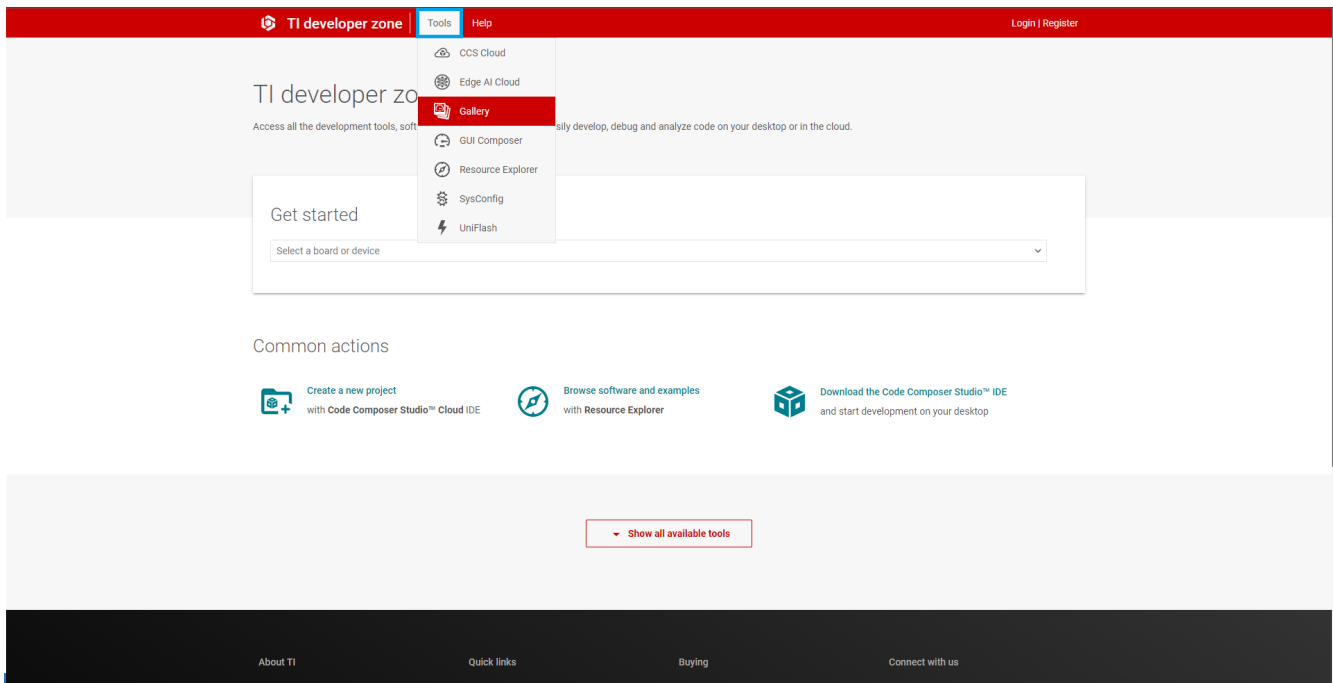


图 3-1. GUI Composer Gallery

在“Gallery”中，使用搜索栏并输入 TPS65214-GUI，找到 TPS65214-GUI 面板（如 图 3-2 所示）。

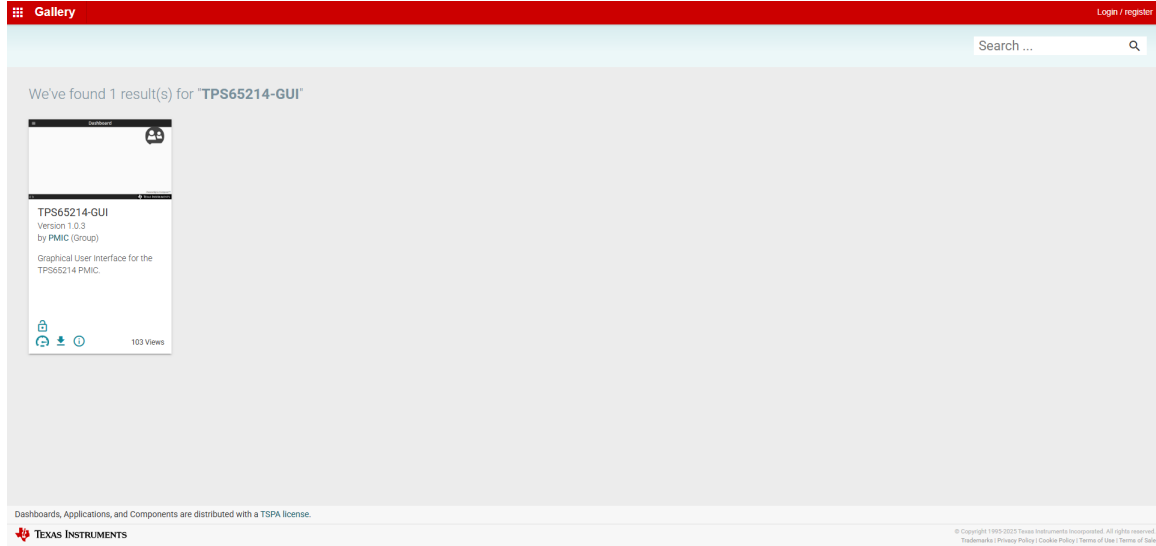


图 3-2. 在“Gallery”中找到 PMIC GUI

3.1.1.2 下载所需的软件

独立的 GUI 和 GUI Composer Runtime 都可通过“PMIC”面板获取。TI Cloud Agent 使 GUI 能够通过 Web 浏览器运行，但需要连接互联网才能运行 GUI。相比之下，独立的 GUI 要大得多，但不需要连接互联网。

如 图 3-3 所示，在将光标放置在下载图标上时，弹出窗口中会显示下载选项。上部三个选项提供相应操作系统的独立下载，而下部三个选项提供 GUI Composer Runtime 的独立下载。

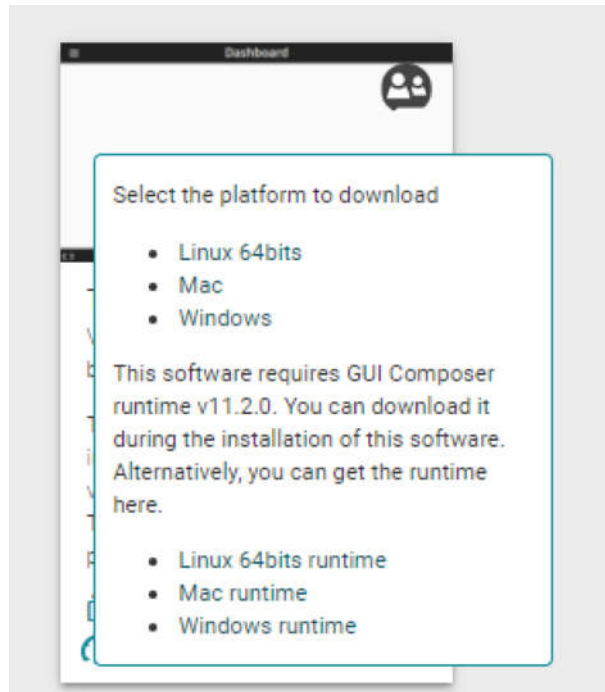


图 3-3. GUI 软件下载选项

3.1.1.3 启动 GUI

下载适当的软件后，使用本地 PC 应用程序或使用 Gallery 从 TI Cloud 启动 GUI。要使用 TI Cloud 版本的 GUI，只需点击面板中与下载或信息图标无关的任意位置（如 图 3-4 所示）。

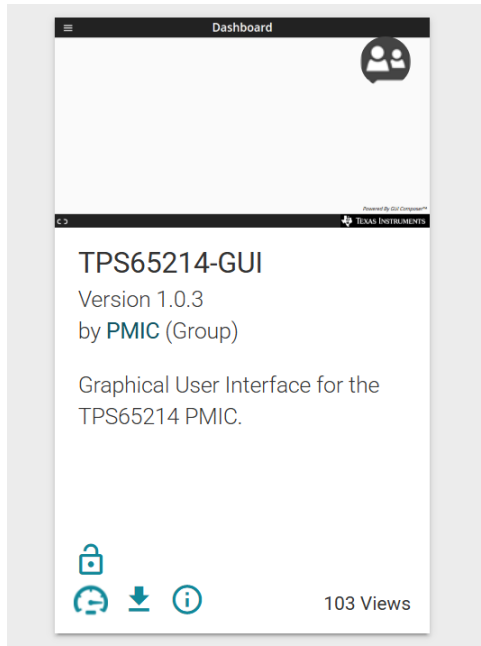


图 3-4. Gallery 中的 GUI 面板。

图 3-5 展示了 PC 应用的一个示例。

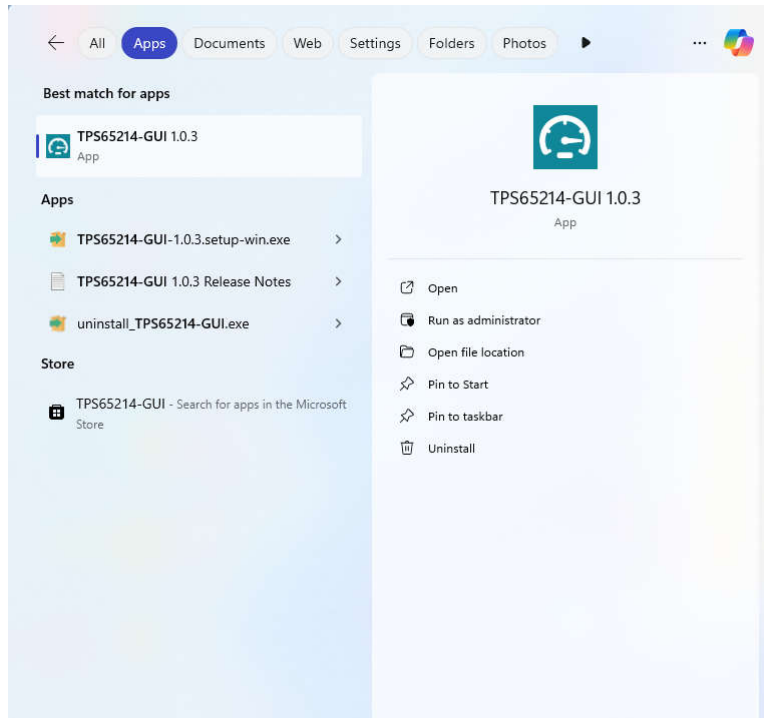


图 3-5. PMIC GUI 桌面应用

3.1.1.4 连接到 EVM

GUI 会显示主页，如 图 3-6 所示。通过使用主页上显示的按钮，用户可以导航至后续部分中介绍的其他 GUI 页面。也可以在 GUI 界面的左侧找到这些 GUI 页面。

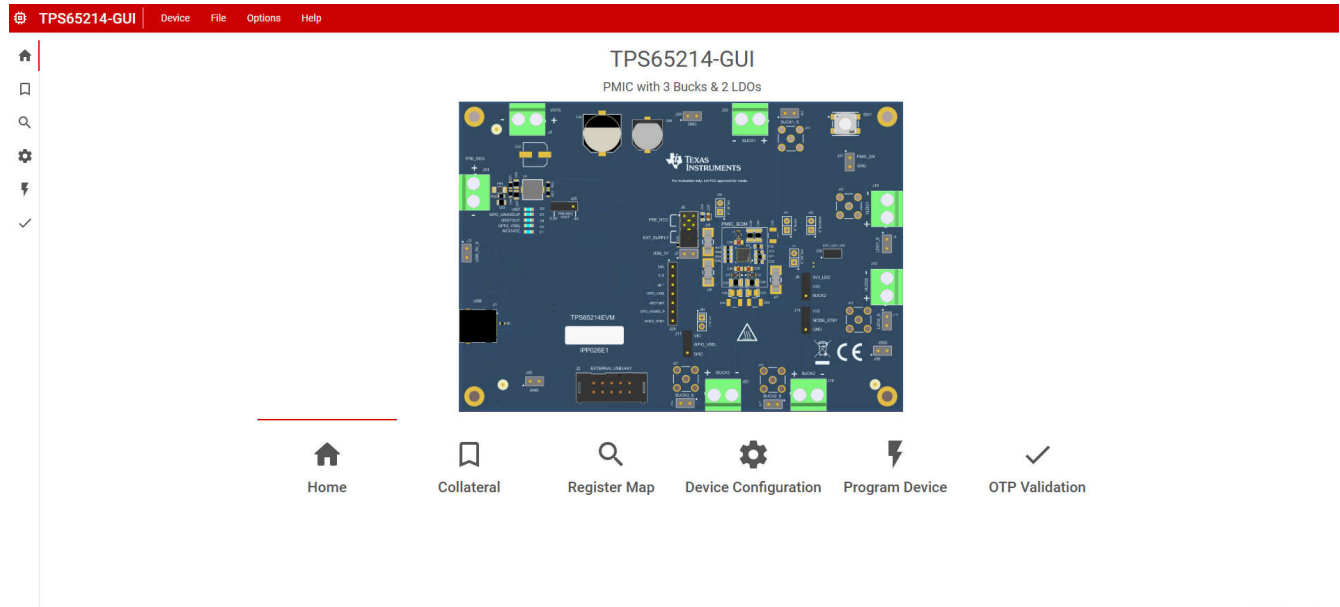


图 3-6. GUI 主页

3.1.2 配套资料页面

图 3-7 所示的“Collateral”页面包含 TPS65214 PMIC 器件的功能方框图。

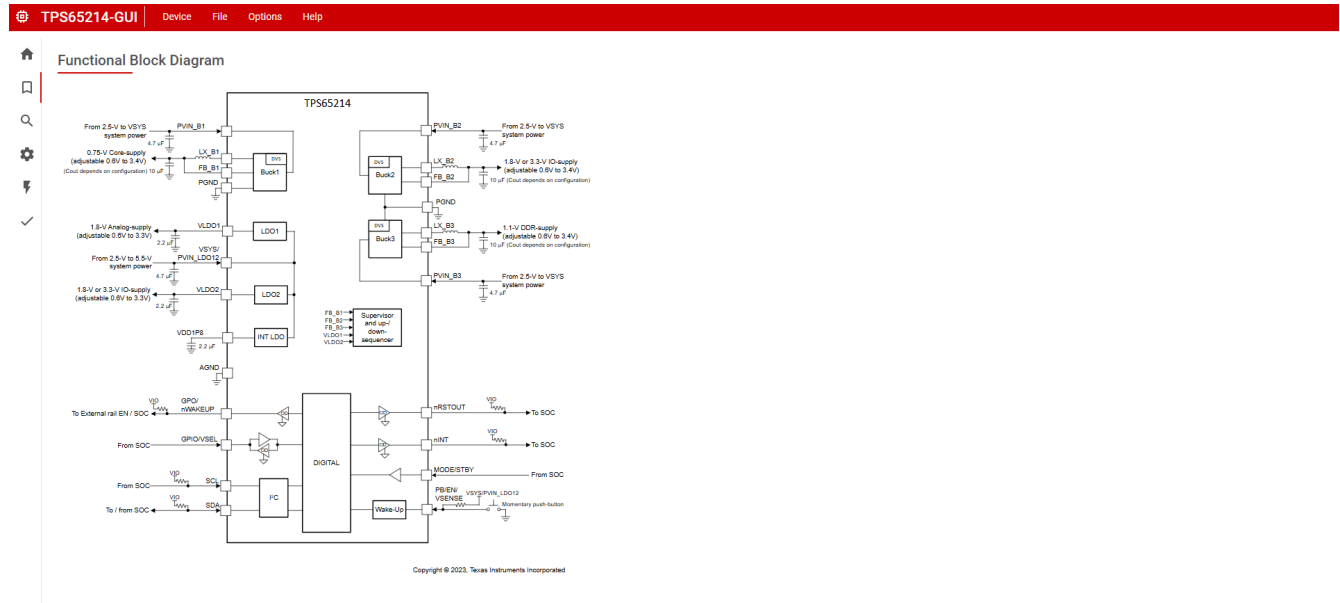


图 3-7. 配套资料页面

3.1.3 寄存器映射页面

“Register Map” 页面 (如图 3-8 所示) 列出了可用于配置的不同寄存器, 旨在用于直接读取和写入 PMIC 寄存器。寄存器读取和写入操作可以单独完成, 也可以一次性全部完成。可以使用 **READ ALL REGISTERS** 按钮旁的下拉菜单选择自动读取时序, 从而启用“Auto Read”特性。使用页面顶部的搜索栏, 按名称或地址搜索寄存器。

搜索栏下方的前三列依次显示每个寄存器的名称、十六进制地址和数据值。**Bits** 列包含每个寄存器的位值, 可通过取消选中页面顶部 **READ ALL REGISTERS** 按钮下方的 **Show Bits** 框将这些列隐藏。双击此部分中的位可更改位值。

页面右侧的“Field View”部分显示了按相应控制块分组的寄存器位。选择位字段标签旁边的问号图标, 以查看有关位字段的更多详细信息。这个函数也会在 **Bits** 列中用黄色突出显示相应位所在的方框。每个字段都有一个名称, 以每个框顶部的蓝色文本显示。通过选中搜索栏右侧的 **Search Bitfields** 方框, 使用搜索栏查找字段名称。

在 **Immediate Write** 模式 (位于页面右上角的切换选项) 下, 写入按钮呈灰色显示, 因为每次在“Field View”中进行更改 (位更改或十六进制值更改) 后, 会立即对各个寄存器分别进行写入。在 **Deferred Write** 模式下, 选择 **WRITE REGISTER** 或 **WRITE ALL REGISTERS** 按钮后, 单个寄存器或所有寄存器才会执行写入。

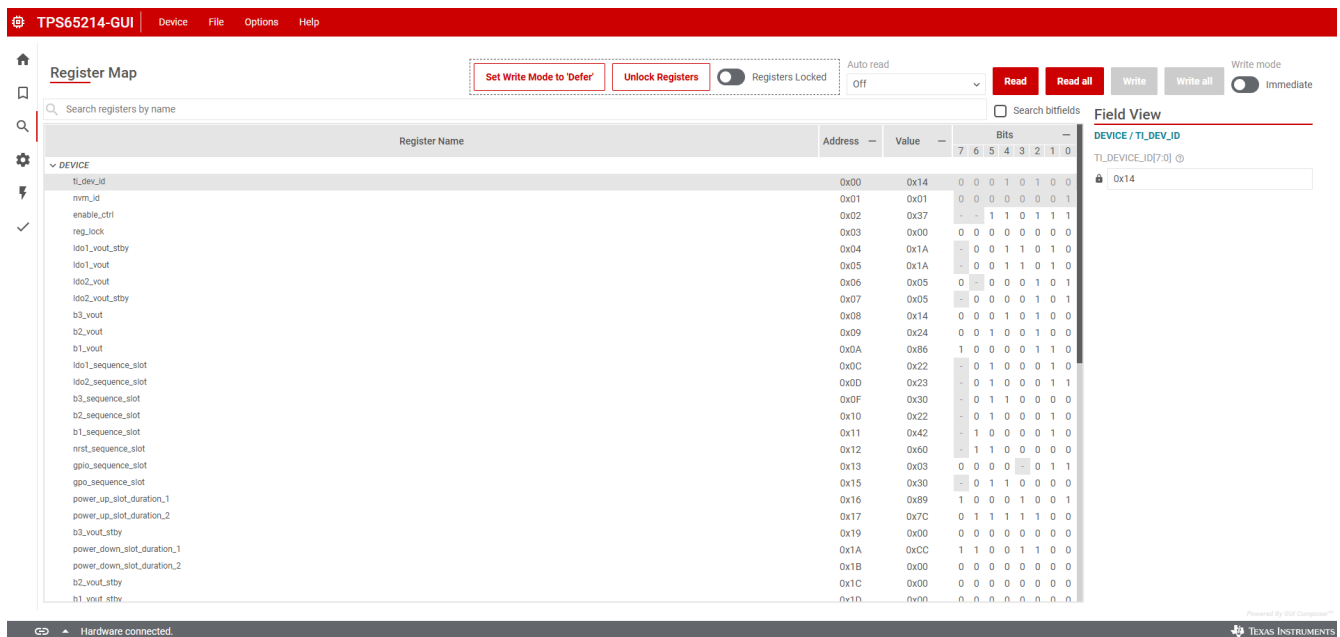


图 3-8. 寄存器映射页面

备注

只读寄存器显示为灰色并锁定, 以阻止写入尝试。保留寄存器位会以破折号显示。

3.1.4 器件配置页面

器件配置页面是 GUI 的主要功能，突出了 PMIC 的可配置性（如 图 3-9 所示）。在该页面上，寄存器字段根据用例进行分组，并进行标记以指示每个块控制 PMIC 的哪一部分。

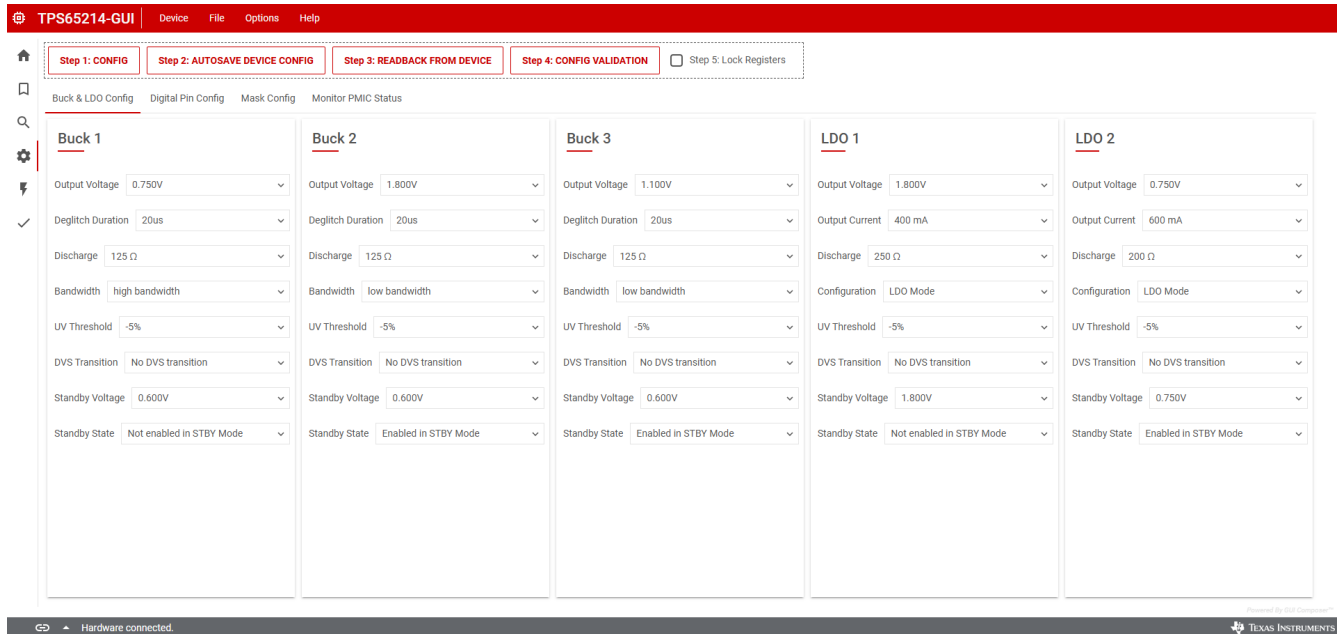


图 3-9. 器件配置页面

3.1.4.1 配置字段

可以在器件配置页面上更改寄存器设置，并遵循“Register Map”页面上指定的寄存器写入模式（“Immediate”或“Deferred”）。

Buck & LDO Config 选项卡包含 PMIC 每个电源轨的寄存器设置。有关 LDO 的负载开关和旁路模式的更多信息，请参阅 [TPS65214 适用于 ARM Cortex 处理器的集成电源管理 IC 数据表](#)。

Digital Pins Config 选项卡用于控制使能配置和数字 I/O 引脚的设置。有关多功能引脚的详细信息，请参阅 [TPS65214 适用于 ARM Cortex 处理器的集成电源管理 IC 数据表](#)。

Mask Config 选项卡可让用户控制 PMIC 保护特性的故障报告，包括对欠压、温度和中断信号的屏蔽。

Monitor PMIC Status 选项卡包含一组只读状态寄存器，这些寄存器会显示电源轨启用和中断情况（显示为数字 LED）。本部分提供有关 PMIC 及运行条件的快速视觉反馈。

3.1.4.2 创建和加载自定义配置

“NVM 配置”页面无需硬件来开发 NVM 配置。只有在尝试将配置上传到目标器件中时才需要连接实际器件。

将寄存器设置为所需配置后，请找到屏幕顶部的 **File** 选项卡，为配置文件选择一种格式（如 图 3-10 所示）。以 CSV（逗号分隔值）、JSON（JavaScript™ 对象表示法）或 TXT（纯文本文件）格式保存寄存器配置。接下来，使用 **Save Registers As...** 选项，以所选格式下载保存的配置。

要将现有配置加载到 NVM 中，请使用 **Load Registers Map** 选项并找到配置文件。保存现有寄存器映射，或从 **OTP Validation** 选项卡下载器件 OTP 文件，以获取可接受配置文件格式的示例。

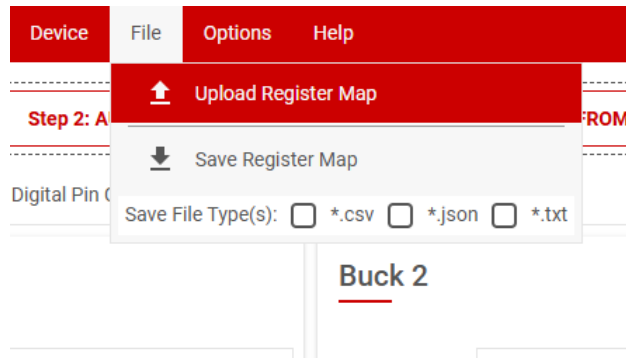


图 3-10. 保存和加载寄存器选项

3.1.5 NVM 编程页面

可在 NVM 编程页面对器件 NVM 存储器重新编程，以更改默认寄存器设置。本页包含四个主要功能，分别与图 3-11 中所示的按钮相对应。仅当从“初始化”状态 (PMIC 电源轨关闭) 对 PMIC 重新编程时，才需要前两个步骤，即 I2C OFF REQUEST 和 ENABLE I2C COMMUNICATION。

- **I2C OFF REQUEST** 按钮通过 I2C 触发关闭请求，并将 PMIC 发送至“初始化”状态。
- **ENABLE I2C COMMUNICATION** 按钮可在“初始化”状态下启用 I2C 通信。
 - 启用 I2C 通信后，用户可以转到 NVM 配置页面，以选择所需的寄存器设置，或使用 **File** 选项卡选项加载预配置的 JSON 或 CSV 文件。
- **NVM PROGRAMMING** 按钮可将所选的寄存器设置编程到 NVM 中。
- **VALIDATE NVM PROGRAMMING** 按钮可用于读取 NVM 内容，并将其与所选寄存器设置进行比较。结果 (PASS 或 FAIL) 存储在寄存器 0x34 的字段 7 **NVM_VERIFY_RESULT** 中。

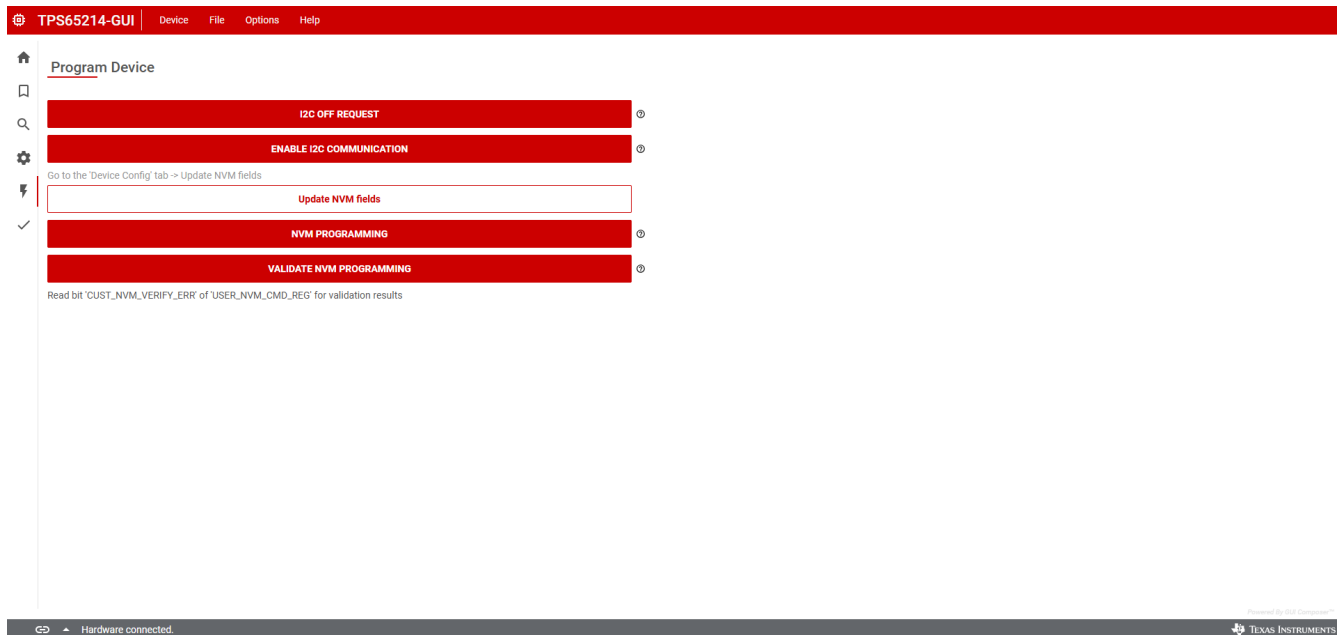


图 3-11. NVM 编程页面

3.1.6 附加特性

在 GUI 界面顶部的“Options”选项卡中，用户可以选择 **Serial Port** 来显示 EVM 至计算机连接的相关信息。

3.1.7 使用 USB2ANY 连接 EVM

首先，请查看 [USB2ANY 接口适配器用户指南](#)，确保 USB2ANY 适配器具有正确的固件和元件。文档中包含有关适配器引脚功能的其他信息。

要使用 USB2ANY 适配器将 EVM 连接到计算机，请将 10 引脚带状电缆插入 USB2ANY 和 EVM 上的 J2 接头。带状电缆两端均采用键控方式，以确保所有引脚均已正确连接。将从 USB2ANY 另一侧延伸出来的 USB 电缆插入计算机。当连接到计算机时，GUI 会自动检测 USB2Any。

4 硬件设计文件

4.1 TPS65214EVM 原理图

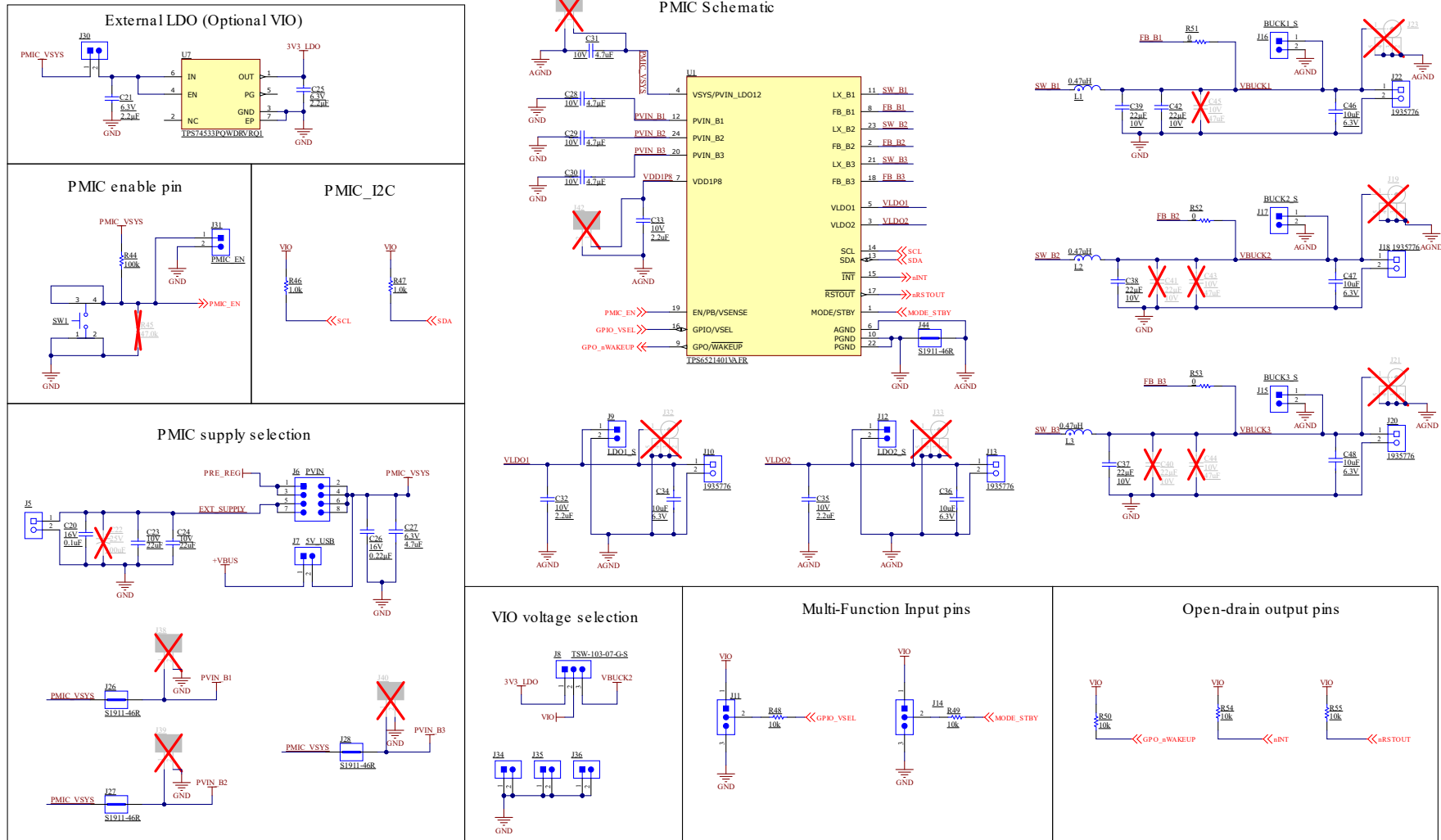


图 4-1. TPS65214EVM , 原理图 (第 1 页)

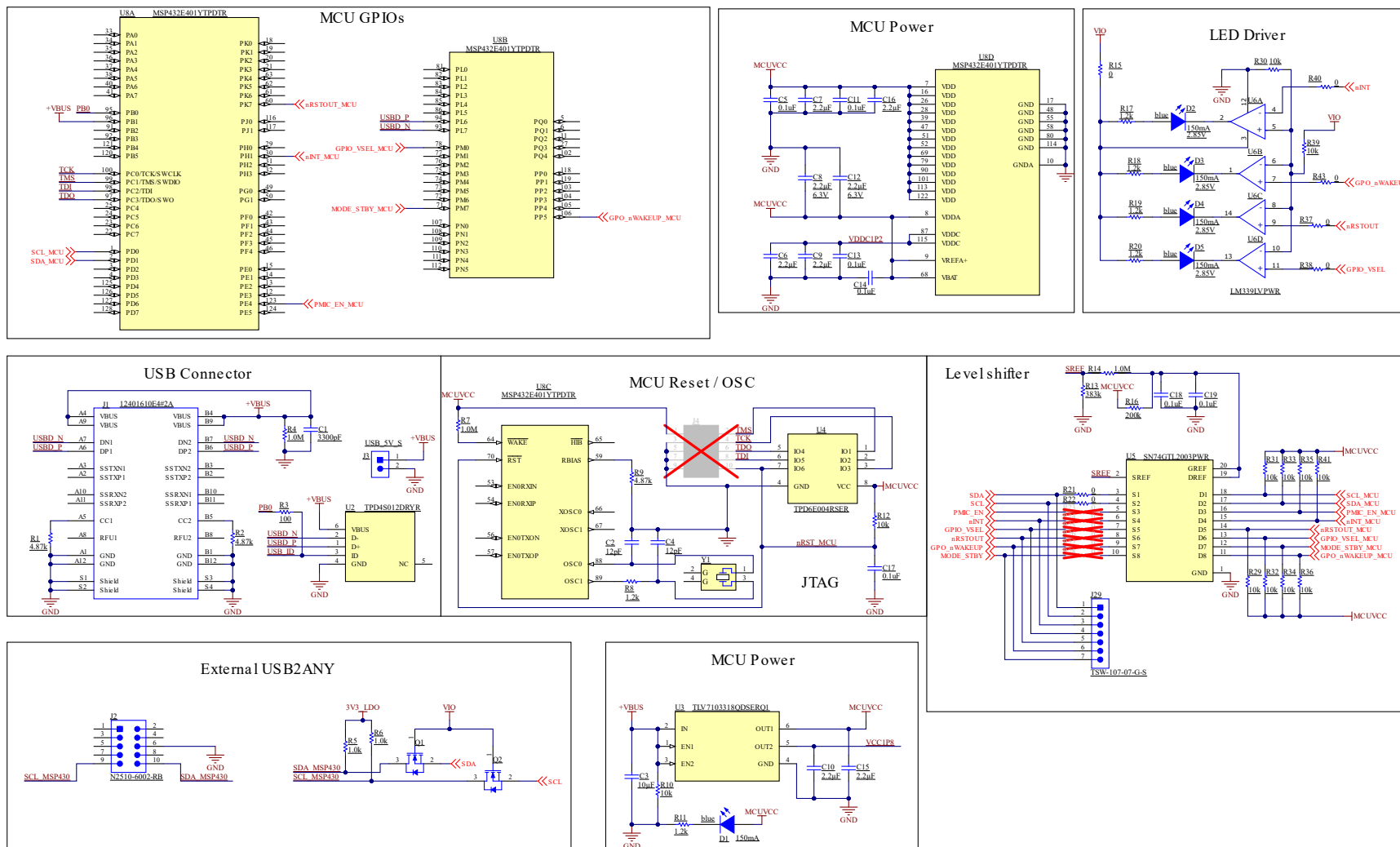


图 4-2. TPS65214EVM，原理图（第 2 页）

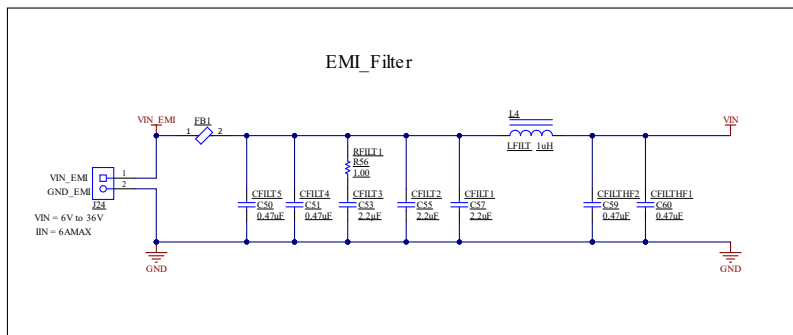
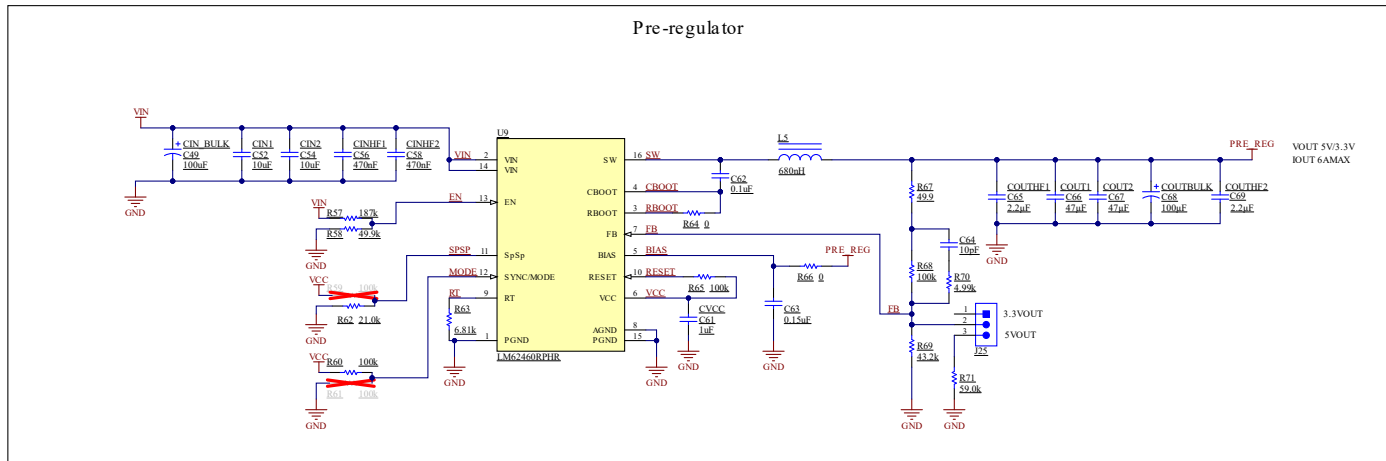


图 4-3. TPS65214EVM , 原理图 (第 3 页)

4.2 TPS65214EVM PCB 层

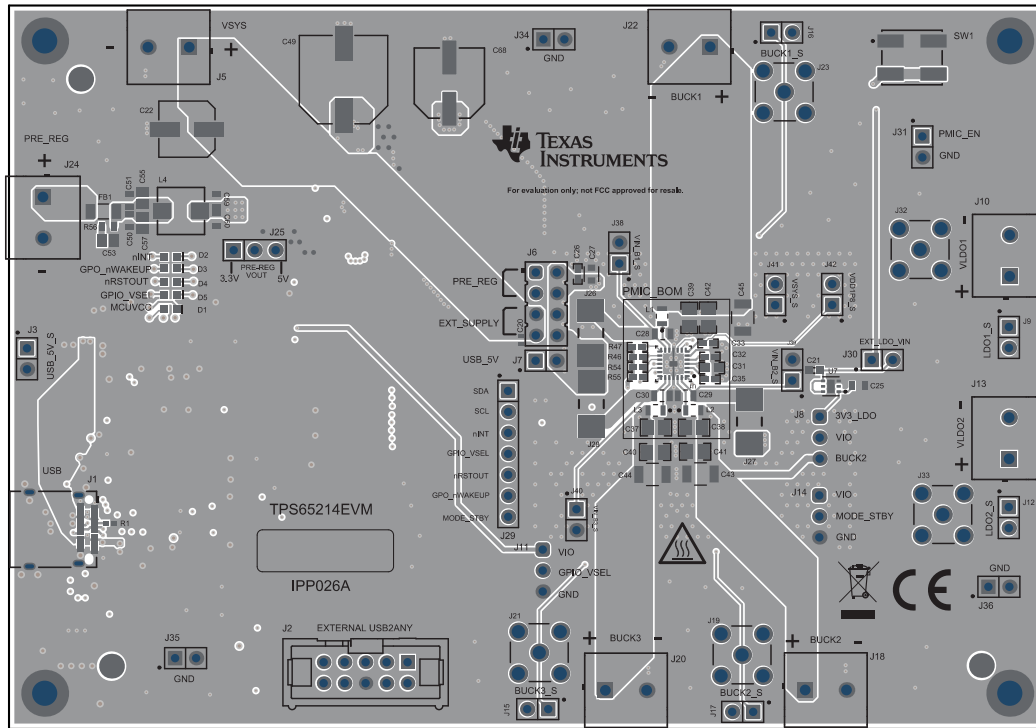


图 4-4. TPS65214EVM 顶层

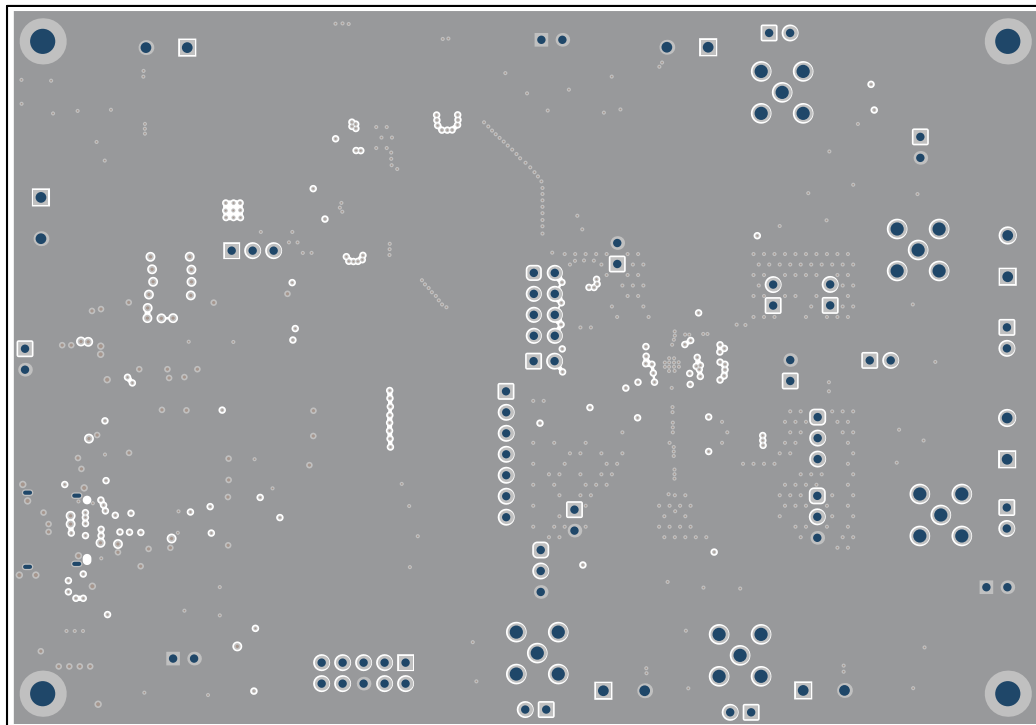


图 4-5. TPS65214EVM 接地层 1

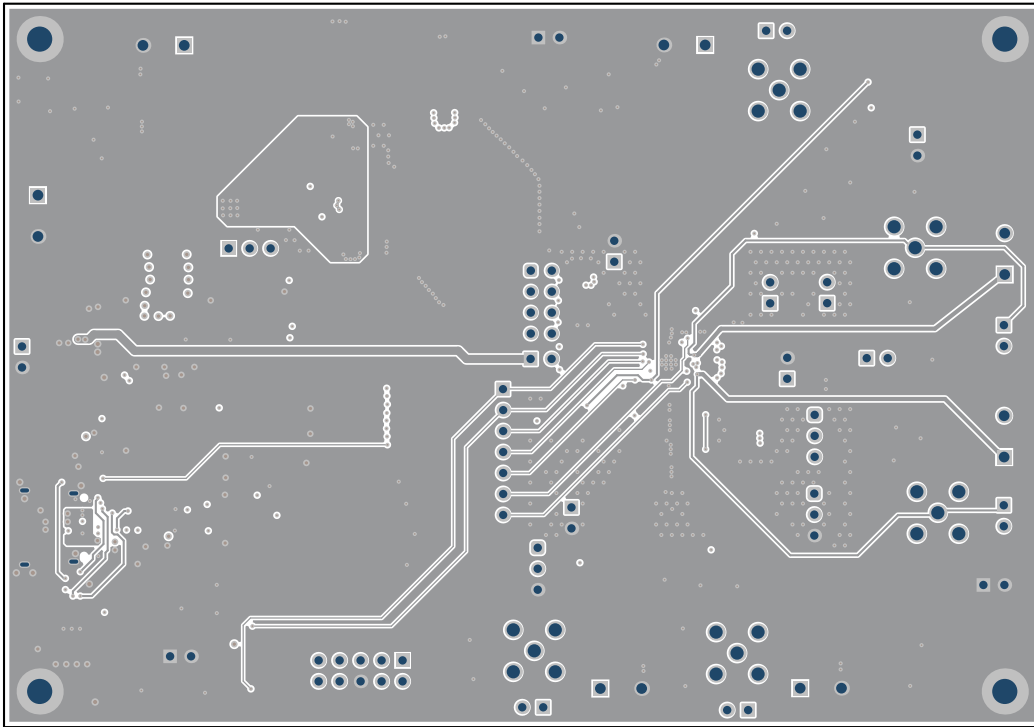


图 4-6. TPS65214EVM 信号层 1

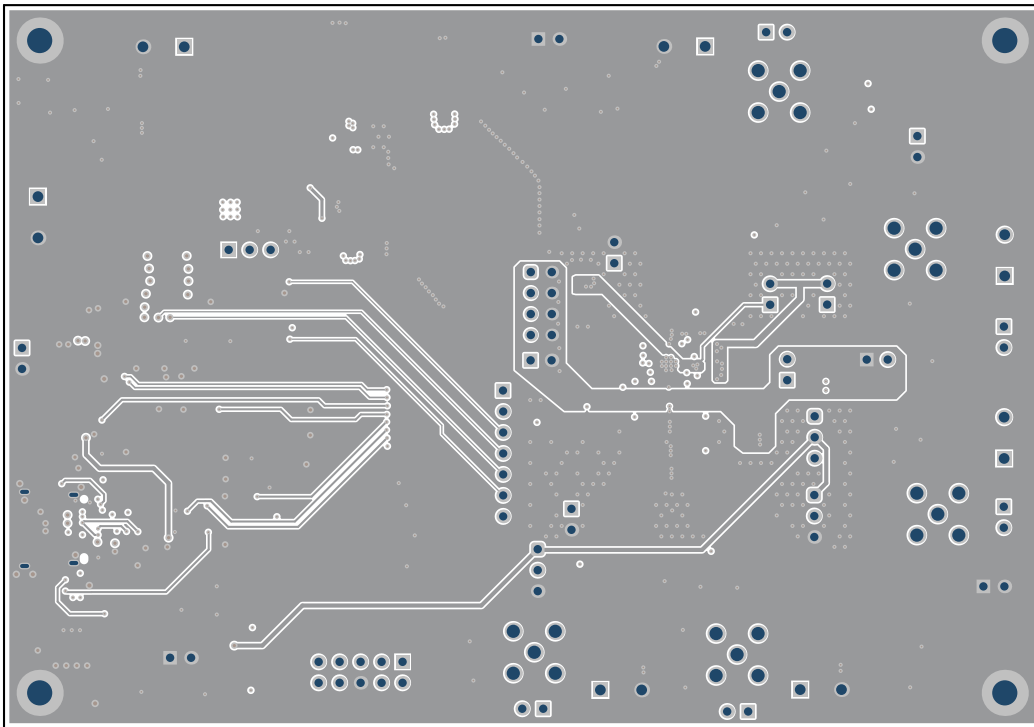


图 4-7. TPS65214EVM 信号层 2

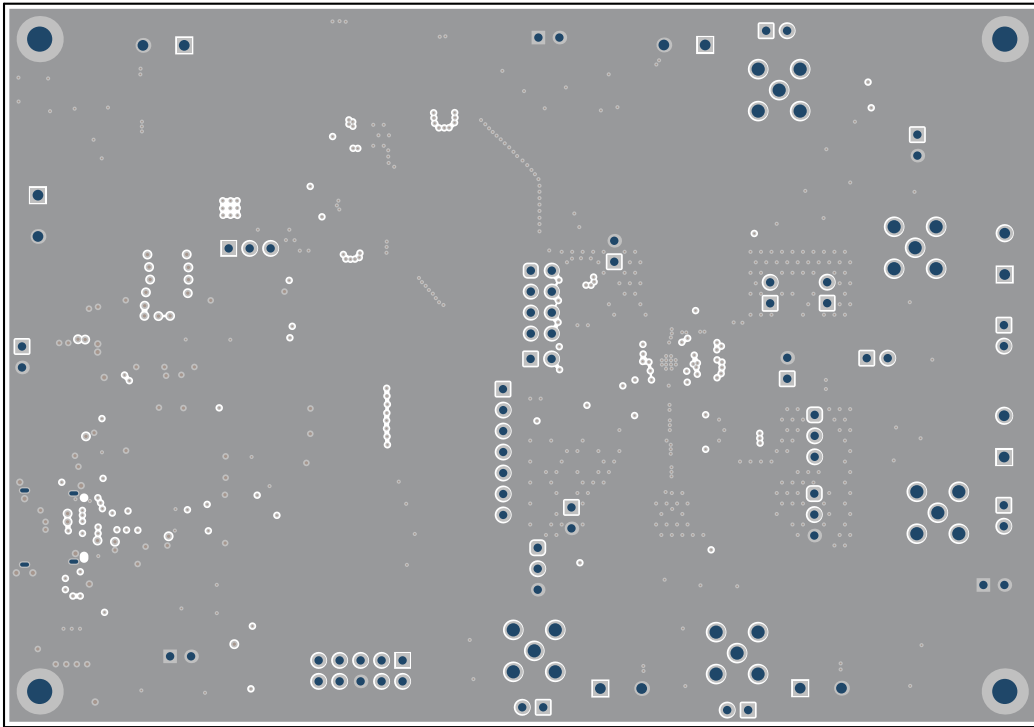


图 4-8. TPS65214EVM 接地层 2

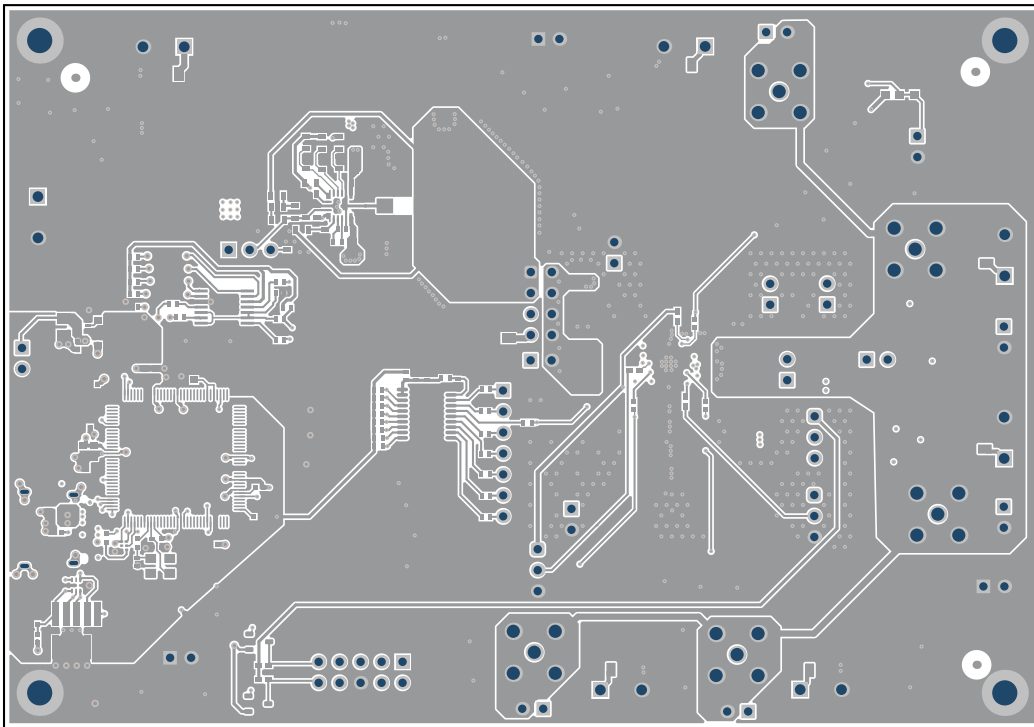


图 4-9. TPS65214EVM 底层

4.3 物料清单

表 4-1. 物料清单

| 位号 | 数量 | 说明 | 封装参考 | 器件型号 | 制造商 |
|-------------------------------------|----|--|----------|----------------------|-----------|
| C1 | 1 | 电容, 陶瓷, 3300pF, 50V, +/-10%, X7R, 0603 | 603 | C0603C332K5RACTU | Kemet |
| C2、C4 | 2 | 电容, 陶瓷, 12pF, 50V, +/-5%, C0G/NP0, AEC-Q200 1 级, 0402 | 402 | CGA2B2C0G1H120J050BA | TDK |
| C3 | 1 | 电容, 陶瓷, 10uF, 10V, +/-10%, X7R, 0805 | 805 | GCM21BR71A106KE22L | MuRata |
| C5、C11、C13、C14、C17、C18、C19、C20 | 8 | 电容, 陶瓷, 0.1uF, 16V, +/-10%, X7R, 0402 | 402 | GCM155R71C104KA55D | MuRata |
| C6、C7、C8、C9、C10、C12、C15、C16、C21、C25 | 10 | 电容, 陶瓷, 2.2uF, 6.3V, ± 10%, X7R, AEC-Q200 1 级, 0603 | 603 | GCM188R70J225KE22D | MuRata |
| C23、C24 | 2 | 电容, 陶瓷, 22uF, 10V, ± 10%, X7R, AEC-Q200 1 级, 1206 | 1206 | GCM31CR71A226KE02L | MuRata |
| C26 | 1 | 电容, 陶瓷, 0.22uF, 16V, +/-10%, X7R, AEC-Q200 1 级, 0402 | 402 | GCM155R71C224KE02D | MuRata |
| C27 | 1 | 电容, 陶瓷, 多层, 4.7uF, 6.3V 直流, 10%, SMD, 纸质 T/R | 603 | GCJ188C70J475KE02J | Murata |
| C28、C29、C30 | 3 | 通用片状多层陶瓷电容器, 0805, 4.7uF, X7R, 15%, 10%, 10V | 805 | GRM21BR71A475KE51L | Murata |
| C31 | 1 | 电容, 陶瓷, 4.7uF, 10V, +/-10%, X7S, 0603 | 603 | C1608X7S1A475K080AC | TDK |
| C32、C33、C35 | 3 | 电容, 陶瓷, 2.2uF, 10V, +/-10%, X7S, 0402 | 402 | C1005X7S1A225K050BC | TDK |
| C34、C36、C46、C47、C48 | 5 | 电容, 陶瓷, 10uF, 6.3V, X7R, ±10%, SMD, 1206, +125°C, 压纹 T/R | 1206 | CL31B106KQHNFN | Samsung |
| C37、C38、C39、C42 | 4 | 电容, 陶瓷, 22uF, 10V, +/-20%, X7R, 0805 | 805 | GRM21BZ71A226ME15L | MuRata |
| C49 | 1 | 电容, 铝制, 100uF, 63V, +/-20%, 0.35Ω, AEC-Q200 2 级, SMD | SMT 径向 G | EEE-FK1J101P | Panasonic |
| C50、C51、C59、C60 | 4 | 电容, 陶瓷, 0.47uF, 50V, ± 10%, X7R, AEC-Q200 1 级, 0603 | 603 | CGA3E3X7R1H474K080AE | TDK |
| C52、C54 | 2 | 电容, 陶瓷, 10uF, 50V, +/-10%, X5R, 1210 | 1210 | C3225X5R1H106K250AB | TDK |
| C53、C55、C57 | 3 | 电容, 陶瓷, 2.2uF, 50V, ± 10%, X7R, AEC-Q200 1 级, 0805 | 805 | CGA4J3X7R1H225K125AB | TDK |

表 4-1. 物料清单 (续)

| 位号 | 数量 | 说明 | 封装参考 | 器件型号 | 制造商 |
|--|----|---|---------------------------------|----------------------|-----------------------------|
| C56、C58 | 2 | 电容, 陶瓷, 0.47uF, 50V, ± 10%, X7R, AEC-Q200 1 级, 0603 | 603 | CGA3E3X7R1H474K080AB | TDK |
| C61 | 1 | 电容, 陶瓷, 1uF, 16V, ± 20%, X7R, AEC-Q200 1 级, 0603 | 603 | GCM188R71C105MA64D | MuRata |
| C62 | 1 | 电容, 陶瓷, 0.1uF, 50V, ± 10%, X7R, AEC-Q200 1 级, 0402 | 402 | CGA2B3X7R1H104K050BB | TDK |
| C63 | 1 | 电容, 陶瓷, 0.15uF, 50V, ± 10%, X7R, AEC-Q200 1 级, 0603 | 603 | CGA3E3X7R1H154K080AB | TDK |
| C64 | 1 | 电容, 陶瓷, 10pF, 50V, +/-5%, C0G/NP0, AEC-Q200 1 级, 0603 | 603 | CGA3E2C0G1H100D080AA | TDK |
| C65、C69 | 2 | 电容, 陶瓷, 2.2uF, 10V, +/-10%, X7R, AEC-Q200 1 级, 0603 | 603 | GRM188R71A225KE15J | MuRata |
| C66、C67 | 2 | 电容, 陶瓷, 47uF, 10V, +/-10%, X7S, AEC-Q200 1 级, 1210 | 1210 | GCM32EC71A476KE02K | MuRata |
| C68 | 1 | 电容, 铝制, 100uF, 16V, +/-20%, AEC-Q200 3 级, SMD | D8xL6.2mm | EEE-1CA101AP | Panasonic |
| D1、D2、D3、D4、D5 | 5 | LED, 蓝色, SMD | 蓝光 0603 LED | LB Q39G-L2N2-35-1 | OSRAM |
| FB1 | 1 | 芯片铁氧体磁珠, 1206, 120Ω (25%), 6A | 1206 | BLM31KN121SZ1L | Murata |
| H1、H2、H3、H4 | 4 | Bumpon, 半球形, 0.44 × 0.20, 透明 | 透明 Bumpon | SJ-5303 (CLEAR) | 3M |
| J1 | 1 | 插座, 0.5mm, USB Type-C, R/A, SMT | 插座, 0.5mm, USB Type-C, R/A, SMT | 12401610E4#2A | Amphenol Canada |
| J2 | 1 | 接头 (有罩), 100mil, 5x2, 高温, 镀金, TH | 5x2 有罩接头 | N2510-6002-RB | 3M |
| J3、J7、J9、J12、J15、J16、J17、J30、J31、J34、J35、J36 | 12 | 接头, 100mil, 2x1, 金, TH | 接头, 100mil, 2x1, TH | HTSW-102-07G-S | Samtec |
| J5、J10、J13、J18、J20、J22、J24 | 7 | 端子块, 2x1, 5mm, 绿色, TH | 端子块, 2x1, 5mm, TH | 1935776 | Phoenix Contact |
| J6 | 1 | 接头, 2.54mm, 4x2, 金, TH | 接头, 2.54mm, 4x2, TH | TSW-104-08L-D | Samtec |
| J8、J11、J14 | 3 | 接头, 100mil, 3x1, 金, TH | 3x1 接头 | TSW-103-07G-S | Samtec |
| J25 | 1 | 接头, 100mil, 3x1, 金, TH | PBC03SAAN | PBC03SAAN | Sullins Connector Solutions |
| J26、J27、J28、J44 | 4 | 跳线 TIN SMD | 6.85x0.97x2.51mm | S1911-46R | Harwin |
| J29 | 1 | 接头, 100mil, 7x1, 金, TH | 7x1 接头 | TSW-107-07G-S | Samtec |
| L1、L2、L3 | 3 | 薄膜功率电感器, 0.47uH, 20%, 4.5A, 29mΩ, 0805 | 805 | TFM201208BLE-R47MTCF | TDK |

表 4-1. 物料清单 (续)

| 位号 | 数量 | 说明 | 封装参考 | 器件型号 | 制造商 |
|---|----|---|------------------------|------------------|-------------------------|
| L4 | 1 | 电感, 绕线型, 1uH, 7.3A, 0.013 Ω, SMD | 5.7x2.8x5.2mm | 74437336010 | Wurth Elektronik |
| L5 | 1 | 680nH 屏蔽模压电感器 8A 12m Ω 最大 2-SMD | SMD2 | 7.44373E+11 | Wurth Electronics |
| LBL1 | 1 | | PCB 标签 0.650x 0.200 英寸 | THT-14-423-10 | Brady |
| Q1、Q2 | 2 | MOSFET, N 沟道, 50V, 0.22A, SOT-23 | SOT-23 | BSS138 | Fairchild Semiconductor |
| R1、R2、R9 | 3 | 电阻, 4.87k, 1%, 0.063W, AEC-Q200 0 级, 0402 | 402 | CRCW04024K87FKED | Vishay-Dale |
| R3 | 1 | 电阻, 100, 5%, 0.063W, AEC-Q200 0 级, 0402 | 402 | CRCW0402100RJNED | Vishay-Dale |
| R4、R7、R14 | 3 | 电阻, 1.0M, 5%, 0.063W, AEC-Q200 0 级, 0402 | 402 | CRCW04021M00JNED | Vishay-Dale |
| R5、R6、R46、R47 | 4 | 电阻, 1.0k, 5%, 0.063W, AEC-Q200 0 级, 0402 | 402 | CRCW04021K00JNED | Vishay-Dale |
| R8、R11、R17、R18、R19、R20 | 6 | 电阻, 1.2k, 5%, 0.063W, AEC-Q200 0 级, 0402 | 402 | CRCW04021K20JNED | Vishay-Dale |
| R10、R12、R29、R30、R31、R32、R33、R34、R35、R36、R39、R41、R48、R49、R50、R54、R55 | 17 | 电阻, 10k, 5%, 0.063W, AEC-Q200 0 级, 0402 | 402 | CRCW040210K0JNED | Vishay-Dale |
| R13 | 1 | 电阻, 383k, 1%, 0.063W, AEC-Q200 0 级, 0402 | 402 | CRCW0402383KFKED | Vishay-Dale |
| R15、R21、R22、R37、R38、R40、R43、R51、R52、R53、R64 | 11 | 电阻, 0, 5%, 0.063W, AEC-Q200 0 级, 0402 | 402 | CRCW04020000Z0ED | Vishay-Dale |
| R16 | 1 | 电阻, 200k, 5%, 0.063W, AEC-Q200 0 级, 0402 | 402 | CRCW0402200KJNED | Vishay-Dale |
| R44、R60、R65、R68 | 4 | 电阻, 100k, 1%, 0.1W, AEC-Q200 0 级, 0603 | 603 | CRCW0603100KFKEA | Vishay-Dale |
| R56 | 1 | 电阻, 1.00, 1%, 0.1W, AEC-Q200 0 级, 0603 | 603 | CRCW06031R00FKEA | Vishay-Dale |
| R57 | 1 | 电阻, 187k, 1%, 0.1W, 0603 | 603 | RC0603FR-07187KL | Yageo |
| R58 | 1 | 电阻, 49.9k, 1%, 0.1W, AEC-Q200 0 级, 0603 | 603 | CRCW060349K9FKEA | Vishay-Dale |
| R62 | 1 | 电阻, 21.0k, 1%, 0.1W, AEC-Q200 0 级, 0603 | 603 | CRCW060321K0FKEA | Vishay-Dale |

表 4-1. 物料清单 (续)

| 位号 | 数量 | 说明 | 封装参考 | 器件型号 | 制造商 |
|---|----|--|------------------|-------------------|-----------------------------|
| R63 | 1 | 电阻, 6.81k, 1%, 0.1W, AEC-Q200 0级, 0603 | 603 | CRCW06036K81FKEA | Vishay-Dale |
| R66 | 1 | 电阻, 0, 1%, 0.1W, AEC-Q200 0级, 0603 | 603 | RMCF0603ZT0R00 | Stackpole Electronics Inc |
| R67 | 1 | 电阻, 49.9, 1%, 0.1W, AEC-Q200 0级, 0603 | 603 | CRCW060349R9FKEA | Vishay-Dale |
| R69 | 1 | 电阻, 43.2k, 1%, 0.1W, AEC-Q200 0级, 0603 | 603 | CRCW060343K2FKEA | Vishay-Dale |
| R70 | 1 | 电阻, 4.99k, 1%, 0.1W, AEC-Q200 0级, 0603 | 603 | CRCW06034K99FKEA | Vishay-Dale |
| R71 | 1 | 电阻, 59.0k, 1%, 0.1W, AEC-Q200 0级, 0603 | 603 | CRCW060359K0FKEA | Vishay-Dale |
| SH-J1、SH-J2、SH-J3、SH-J4、SH-J5、SH-J6、SH-J7 | 7 | 分流器, 100mil, 镀金, 黑色 | 顶部闭合 100mil 分流器 | SPC02SYAN | Sullins Connector Solutions |
| SW1 | 1 | 开关, 触控式, N.O.SPST 圆形按钮弯头 32VAC 32VDC 1VA 100000 周期 3N SMD Tube/T/R | SMT_SW_7MM1_6MM3 | KT11P3JM34LFS | C&K Components |
| U1 | 1 | 适用于 ARM Cortex® 低功耗处理器和 FPGA 的集成电源管理 IC | WQFN-HR24 | PTPS6521401VAFR | 德州仪器 (TI) |
| U2 | 1 | 具有电源钳位的 4 通道 USB ESD 解决方案, DRY0006A (USON-6) | DRY0006A | TPD4S012DRYR | 德州仪器 (TI) |
| U3 | 1 | 用于便携式器件的汽车类双路 200mA、低 IQ、低压降稳压器, DSE0006A (WSO6) | DSE0006A | TLV7103318QDSERQ1 | 德州仪器 (TI) |
| U4 | 1 | 用于高速数据接口的低电容、6 通道 +/-15kV ESD 保护阵列, RSE0008A (UQFN-8) | RSE0008A | TPD6E004RSER | 德州仪器 (TI) |
| U5 | 1 | 8 位双向低电压转换器, PW0020A (TSSOP-20) | PW0020A | SN74GTL2003PWR | 德州仪器 (TI) |
| U6 | 1 | 具有开漏输出的四通道低电压轨到轨比较器 TSSOP14 | TSSOP14 | LM339LVPWR | 德州仪器 (TI) |
| U7 | 1 | 线性稳压器 IC 1 输出 500mA 6-WSO6 (2x2) | WSO6 | TPS74533PQWDRVRQ1 | 德州仪器 (TI) |
| U8 | 1 | MSP432E401YTPDT、PDT0128A (TQFP-128) | PDT0128A | MSP432E401YTPDTR | 德州仪器 (TI) |
| U9 | 1 | LM62460RPHR、RPH0016A (VQFN-HR-16) | RPH0016A | LM62460RPHR | 德州仪器 (TI) |

表 4-1. 物料清单 (续)

| 位号 | 数量 | 说明 | 封装参考 | 器件型号 | 制造商 |
|-------------------------|----|--|---------------------------|-----------------------|-------------|
| Y1 | 1 | 晶振, 25MHz, 20ppm, AEC-Q200 1级, SMD | 2.5mm x 3.2mm | ECS-250-12-33Q-JES-TR | ECS Inc. |
| C22 | 0 | 电容, 混合聚合物, 100 μ F, 25V, +/-20%, 30 Ω , 6.3x7.7 SMD | 6.3x7.7 | EEHZC1E101XP | Panasonic |
| C40、C41 | 0 | 电容, 陶瓷, 22 μ F, 10V, +/-20%, X7R, 0805 | 805 | GRM21BZ71A226ME15L | MuRata |
| C43、C44、C45 | 0 | 47 μ F \pm 20% 10V 陶瓷电容器 X7R 1210 (公制 3225) | 1210 | GRM32ER71A476ME15L | Murata |
| J4 | 0 | 接头 (有罩), 1.27mm, 5x2, 金, SMT | 接头 (有罩), 1.27mm, 5x2, SMT | FTSH-105-01F-DV-K | Samtec |
| J19、J21、J23、J32、J33 | 0 | SMA 插孔, 直式, 50 欧姆, 金, TH | TH, 5 引线, 封装 7x7mm | SMA-J-P-H-ST-TH1 | Samtec |
| J38、J39、J40、J41、J42 | 0 | 接头, 100mil, 2x1, 金, TH | 接头, 100mil, 2x1, TH | HTSW-102-07G-S | Samtec |
| R23、R24、R25、R26、R27、R28 | 0 | 电阻, 0, 5%, 0.063W, AEC-Q200 0级, 0402 | 402 | CRCW04020000Z0ED | Vishay-Dale |
| R45 | 0 | 电阻, 47.0k, 1%, 0.1W, AEC-Q200 0级, 0603 | 603 | CRCW060347K0FKEA | Vishay-Dale |
| R59、R61 | 0 | 电阻, 100k, 1%, 0.1W, AEC-Q200 0级, 0603 | 603 | CRCW0603100KFKEA | Vishay-Dale |

5 其他信息

5.1 商标

Chrome™ is a trademark of Google.

Firefox™ is a trademark of Mozilla.

Microsoft Edge™ is a trademark of Microsoft.

JavaScript™ is a trademark of Oracle Corporation.

USB-C® is a registered trademark of USB Implementers Forum.

所有商标均为其各自所有者的财产。

6 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 A (July 2025) to Revision B (November 2025) | Page |
|--|--------------------|
| • 将 TPS65214 多功能引脚移至 TPS65214 多功能引脚章节..... | 4 |
| • 更新了原理图图像..... | 17 |
| • 更改了 PCB 层图像..... | 20 |
| • 更新了 BOM..... | 23 |

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任何明示或暗示的担保，包括但不限于对适销性、与某特定用途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安全、安保法规或其他要求。

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。对于因您对这些资源的使用而对 TI 及其代表造成的任何索赔、损害、成本、损失和债务，您将全额赔偿，TI 对此概不负责。

TI 提供的产品受 [TI 销售条款](#)、[TI 通用质量指南](#) 或 [ti.com](#) 上其他适用条款或 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。除非德州仪器 (TI) 明确将某产品指定为定制产品或客户特定产品，否则其产品均为按确定价格收入目录的标准通用器件。

TI 反对并拒绝您可能提出的任何其他或不同的条款。

版权所有 © 2025，德州仪器 (TI) 公司

最后更新日期：2025 年 10 月