

Design Guide: TIDA-050034

适用于 NXP i.MX 7D 处理器的集成电源参考设计



说明

本参考设计是集成了 TI PMIC、TPS6521815 和 NXP® i.MX 7Dual 应用处理器的全功能开发板。硬件设计包括 DDR3L SDRAM (2x512MB)、64MB 串行 NOR 闪存、8GB eMMC 5.0 iNAND、SD 卡接口 v3.0、50 引脚 LCD 连接器 (用于外部 TFT 显示接口)、1000Base-T 以太网、USB2.0 Type A 和 Micro AB、移动工业处理器接口 (MIPI) CSI (用于外部摄像头接口) 和 mini-PCIe 接口。本设计适用于任何使用 i.MX 7Solo 或 i.MX 7Dual 处理器并且需要评估备用电源方案的项目。

资源

TIDA-050034	设计文件夹
TPS6521815、TPS51200	产品文件夹
TPS62067、TPS3808	产品文件夹
INA3221、TLV755P	产品文件夹
WL1831MOD、DP83867CR	产品文件夹
OPT3001	产品文件夹

特性

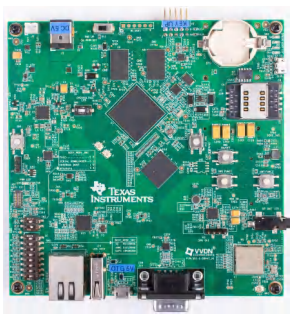
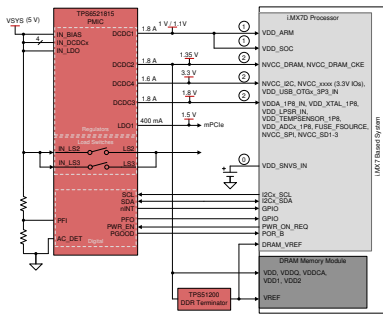
- 用于快速开发 NXP i.MX 7D 和 i.MX 7S 系统的完整板上系统
- 支持低功耗模式和 DVFS
- Wi-Fi® + 蓝牙®无线连接
- 以太网、CAN 和 USB 有线连接
- LCD、HDMI®、MIPI DSI 显示选项
- 可选启动选项 (SD、eMMC、QSPI)

应用

- [数据集中器](#)
- [电表](#)
- [HVAC 网关](#)
- [恒温器](#)
- [入侵控制面板](#)
- [楼宇安全网关](#)
- [模块化计算机](#)
- [HMI 面板](#)
- [条形码扫描仪](#)
- [便携式 POS](#)



从 [RadiumBoards](#) 订购。



此设计采用了 HDMI® 技术。

1 系统说明

TIDA-050034 是为 TPS6521815 PMIC 的 NXP i.MX 7Dual 处理器供电的首选参考设计。为了证明 PMIC 可以为处理器供电，构建具有各种外围器件的完整评估套件 (EVK) 电路板以协助开发各种终端设备非常重要。因此，提供了多种有线和无线连接以及多种引导选项。添加所有外设的最终结果是添加了一些外部直流/直流转换器和 LDO 稳压器，以根据需要提供更多的电压轨和电流传输。最后，为了确保整个电路板都正常运行，我们使用开源嵌入式 Linux Yocto SDK 开发并测试了软件，以开始测试此设计。

1.1 主要系统规格

表 1-1. 主要系统规格

参数	规格	详细信息
处理器	i.MX 7Dual、双核应用处理器、MCIMX7D7DVM10SC	节 2.2.1
PMIC	TPS6521815 具有自动排序和 DVFS 功能的用户可编程 PMIC	节 2.3.1
辅助电源	TPS51200 DDR 终端器、TPS62067 2A 降压转换器、TLV755P LDO	节 2.3.7
存储器	2 × 4GB DDR3L (总共 1GB)、512MB QSPI NOR 闪存 (64MB)、8GB eMMC 5.0、SD v3.0 接口	节 2.2.2
音频编解码器	SAI (串行音频接口) 支持 Cirrus Logic 的 WM8960CGEFL/V-ND 编解码器，适用于麦克风、扬声器和耳机。	节 2.2.3
以太网	千兆以太网接口 - TI DP83867CS PHY 和 Pulse Electronics 的 J1011F21PNL RJ45 插孔	节 2.3.3
Wi-Fi + 蓝牙	借助 TI WL1831MOD 器件支持 Wi-Fi + 蓝牙	节 2.3.2
调试方法 (USB 转 UART)	需要 FTDI FT232RL 来实现 USB 到串行 UART 的转换	节 2.2.4
USB 端口	USB Type-A (TE 1-1734775-1) 和 micro-AB 接口 (Hirose® ZX62D-AB- 5P8)	节 2.2.5
LCD 显示	RGB TFT 50 针连接器，用于 LCD 支持 (Hirose FH40-50S-0.5SV)	节 2.2.6
MIPI CSI	2 通道 MIPI CSI 至 30 引脚连接器 (Panasonic AXT530124)	节 2.2.7
mini-PCIe	TE AXT530124 30 针连接器、二极管 PI6C557-03LE PCIe 时钟发生器、Molex 78723-1001 micro-SIM 卡插槽	节 2.2.8
JTAG 接头	JTAG 连接到 i.MX 7D 处理器，具有 50mil 间距、10 引脚接头	节 2.2.10
USB2ANY 接头	PMIC 的调试方法独立于处理器 I ² C 总线，由 USB2ANY 提供 (标准 100mil 间距、10 引脚接头)	节 2.2.11
CAN 接口	Microchip MCP2562-E/MF CAN 收发器、TE 5747840-4 DB9 公连接器	节 2.2.9
环境光传感器	具有 I2C 通信功能的 TI OPT3001DNPR 器件	节 2.3.4
电流监控	2 × TI INA3221 器件用于监测流经系统中六个电压轨的电流	节 2.3.5
使用纽扣电池运行	纽扣电池直接连接到 i.MX 7D SNVS 输入。借助 TI TPS3808G25 监控器，系统会在插入纽扣电池之前防止开启。	节 2.3.6
触觉输入，视觉反馈	按钮和状态 LED 连接到处理器的 GPIO，以协助调试软件	节 2.2.12

2 系统概述

2.1 方框图

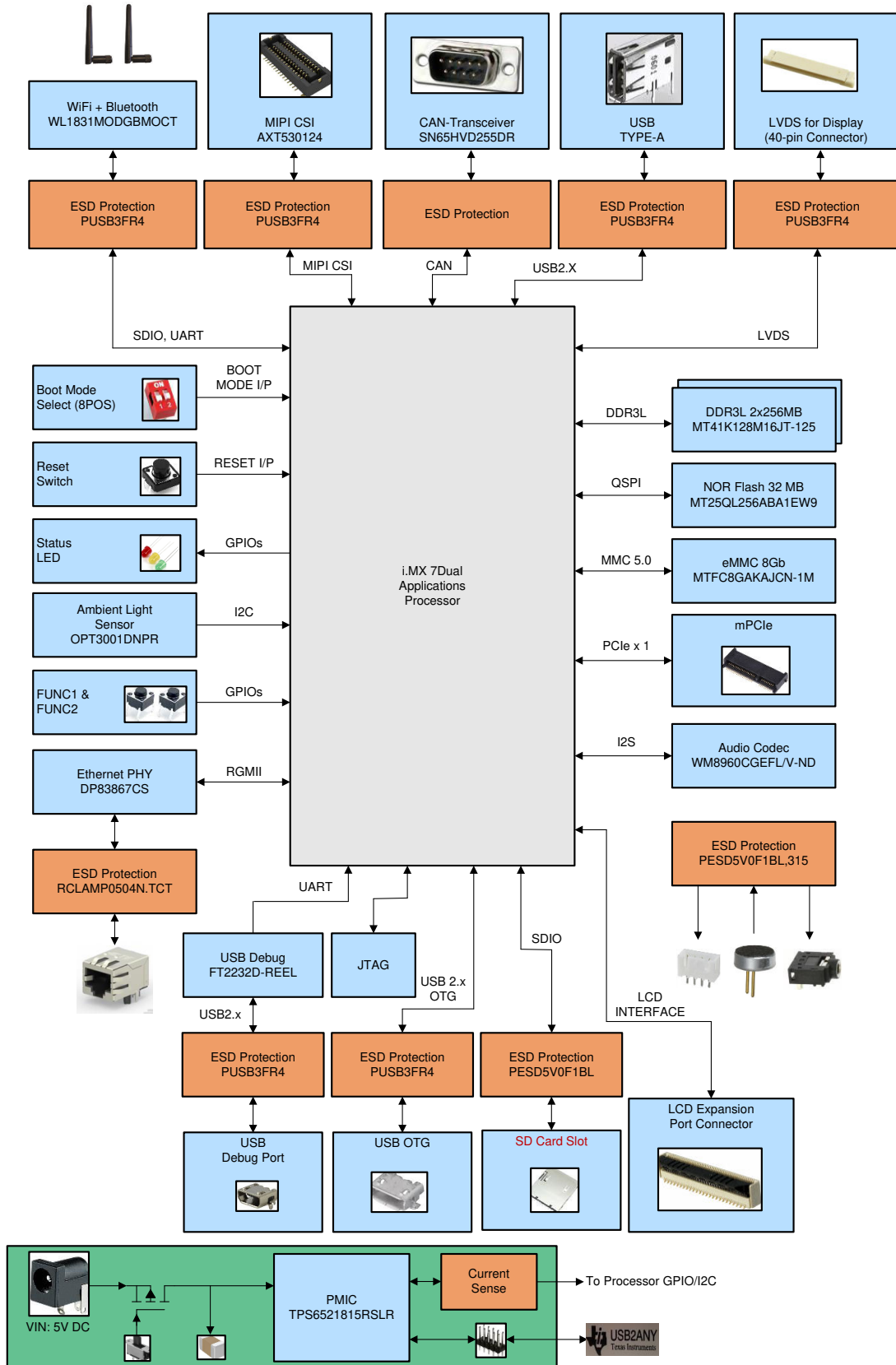


图 2-1. TIDA-050034 方框图

2.2 设计注意事项

本设计旨在展示 TI 电源器件为 i.MX 7Dual 处理器和各种设计中的所有外设 IC 供电的功能。为了验证这一点，我们必须从处理器开始，安装本设计中的所有其他 IC。本节包含了构建运行评估套件所需的所有其他器件。节 2.3 介绍本设计中使用的电源器件和其他 TI 器件。

2.2.1 处理器 - i.MX 7Dual 应用处理器

i.MX 7Dual 系列处理器用于高性能处理，具有低功耗要求，也结合了高度的功能集成。这些处理器可满足不断增长的互联和便携式设备市场的需求。i.MX 7Dual 处理器由三个内核组成（根据器件型号不同，2 × Arm® Cortex®-A7 内核在 800MHz 至 1.2GHz 频率下运行，还有一个 Cortex®-M4 内核在 200MHz 下运行）。该处理器提供 32 位 DDR3 - 1066 存储器接口，还支持 DDR3L、LPDDR2 和 LPDDR3 接口（本设计中使用 DDR3L）。该处理器具有多个其他接口，如以太网、EPD 控制器、MIPI CSI、DSI 和 LCD 接口、WLAN、蓝牙、GPS、显示器、摄像头传感器，并且还有增强的安全性和防篡改功能。附录 A 中详细列出了 iMX7D 处理器上每个引脚的映射。

说明	制造商	器件型号
i.MX 7 系列 32 位 MPU、双 ARM	NXP	MCIMX7D7DVM10SC

2.2.2 i.MX 7Dual 存储器接口

该项目使用 i.MX 7D 处理器的四个不同外部存储器接口，采用 2 × 4GB DDR3L (1GB)、512MB QSPI NOR 闪存 (64MB)、8GB eMMC 5.0 和 SD v3.0。

2.2.2.1 DDR3L

i.MX 7Dual 具有专用的 DDR 存储控制器，支持 LP-DDR2、DDR3、DDR3L 和 LPDDR3，所有这些控制器仅支持 1066 MT/s 的数据速率。本设计提供两个 4GB x16 (1GB) DDR3L 存储器。Micron® 的 MT41K256M16TW-107:P 是一款 4GB DDR3L SDRAM，目前用于本设计。本设计使用两个 DDR3L 存储器，同时提供该设计所需的 1GB 存储器。存储器接口包含两个通道的 16 位数据信号以及共享命令和地址信号。图 2-2 显示了 DDR 接口。

说明	制造商	器件型号
IC、DDR3L、4GB、x16 位、1866MHz、FBGA-96	Micron	MT41K256M16TW-107 :P

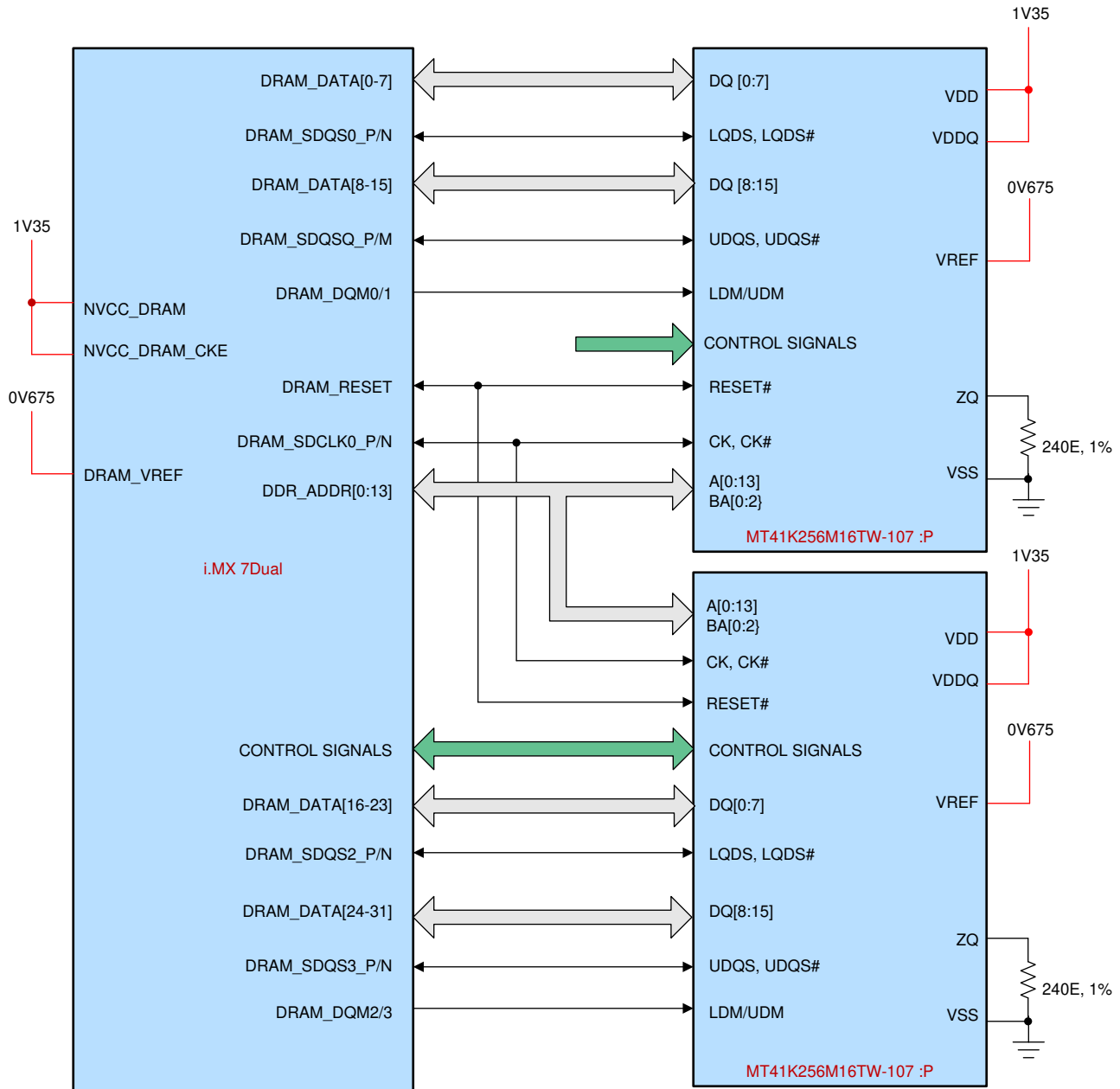


图 2-2. DDR3L 接口

2.2.2.2 四通道 SPI NOR 闪存

i.MX 7Dual 处理器支持并行 NOR 闪存接口和四通道 SPI NOR 闪存接口。该项目仅支持一个串行 NOR 闪存。Micron 的 MT25QL256ABA1EW9- 0SIT TR 是一款串行 NOR 闪存存储器，其时钟频率为 133MHz，数据吞吐量高达 90MB/s，密度为 512MB (64MB)。

说明	制造商	器件型号
IC、NOR 闪存、64MB、SPI、133MHz、2.7V 至 3.6V、W-PDFN-8	Micron	MT25QL512ABB1EW9-0SIT

2.2.2.3 eMMC iNAND

本设计中包含符合 eMMC 5.0 标准的 8GB 存储器。图 2-3 展示了为与处理器连接的 eMMC 接口图。此处使用的器件是 Micron 的 IC，即 MTFC8GAKAJCN- 4M IT。IC 支持 HS400，这是一种高速模式，可在 200MHz 双数据速率总线上支持 400MBps 的速率。

说明	制造商	器件型号
IC、eMMC、8GB、VFBGA-153	Micron	MTFC8GAKAJCN-4M IT

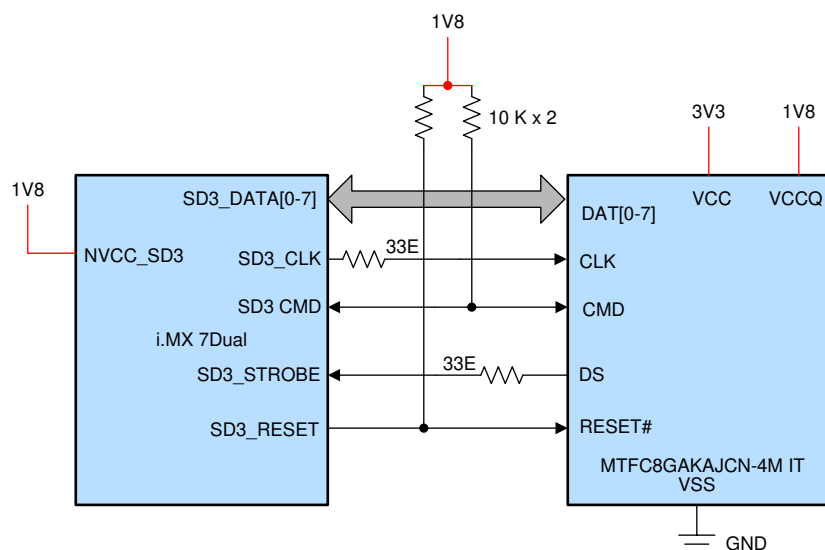
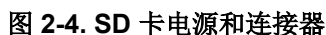


图 2-3. eMMC 接口

2.2.2.4 SD 卡连接器

在此设计中提供了 SD 卡连接器和接口。使用电源多路复用器可在 1.8V 和 3.3V 之间选择 SD 卡的电源，多路复用器的两个输入电压均由 TPS6521815 PMIC 提供。施加到 SD 卡连接器 VDD 引脚的初始电压必须始终为 3.3V，这可以通过额外的电路来实现。图 2-4 显示了 SD 卡连接器的电源和接线。

说明	制造商	器件型号
连接器、SD 卡、推挽式	Amphenol ICC	10067847-001RLF
二极管、ESD 双向、5.5V、SOD-882D	NXP	PESD5V0F1BL
IC 电源开关 N 沟道 2:1 50VCSP	ROHM	BD2204GUL-E2



为了在该设计中加入音频编解码器，使用 Cirrus Logic 的 IC WM8960CGEFL/V-ND 来连接麦克风、扬声器和耳机。处理器的数字接口通过 SAI (串行音频接口) 实现。对于此项目，PUI Inc 提供了一个额外的板载麦克风，即 TOM-1545P-R。

设计中有一个 **USB 转串行 (UART)** 接口。为了实现该功能,使用了 FTDI 的 FT2232D 芯片,它是一款 USB 转双端口 RS232 转换器。此互连的详细图表如图 2-5 所示。

说明	制造商	器件型号
IC、FT2232D、USB 转 UART 转换器、双路 UART、LQFP-48	FTDI 芯片	FT2232D-REEL

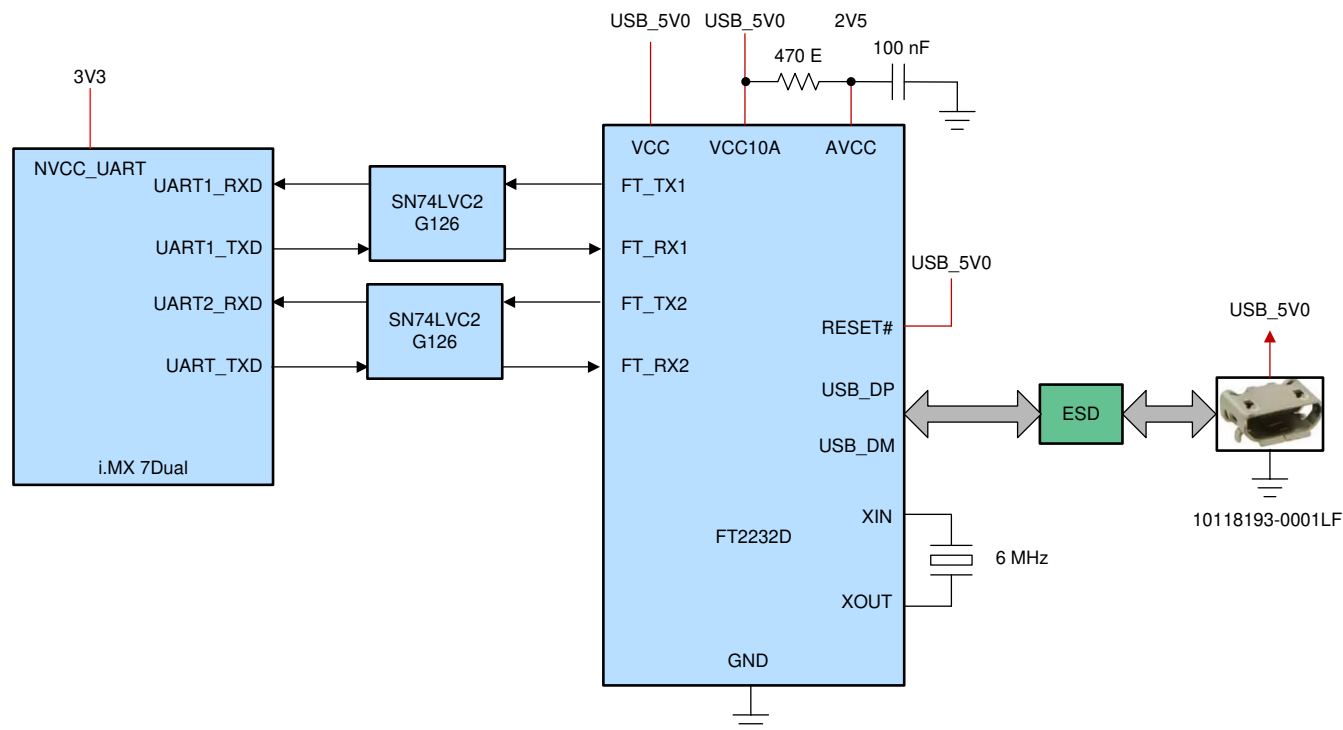


图 2-5. 具有 FT2232 的 USB 转串行 UART 接口

2.2.5 USB 端口

该设计包含两个 USB 接口：一个是 Type-A 接口，另一个是 micro-AB 接口。处理器的两个专用 USB 接口 On-The-Go (OTG) 并直接连接到插座，如图 2-6 所示。

说明	制造商	器件型号
连接器、USB2.0 Type-A、RA、TH	TE	1-1734775-1
连接器、USB2.0 micro-AB、RA、SMD	Hirose	ZX62D-AB- 5P8(30)

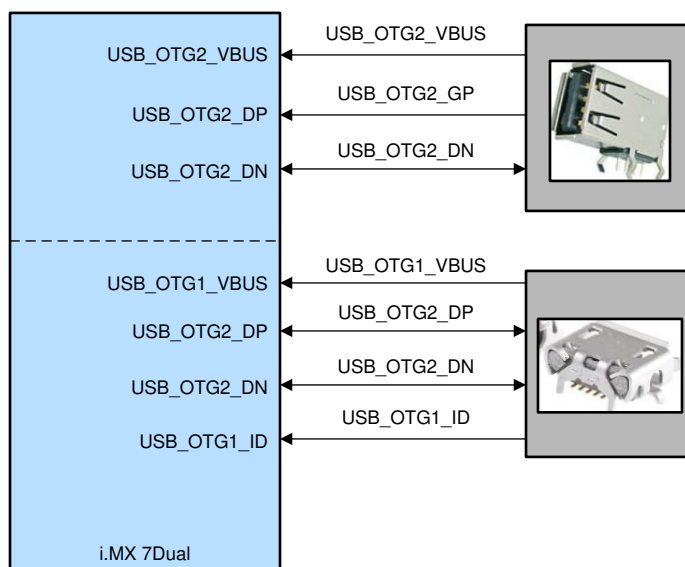


图 2-6. USB 接口

2.2.6 LCD 屏幕连接器

LCD 接口是一种 RGB TFT 接口，其中 24 个信号通过 50 引脚连接器进行连接。其连接图如图 2-7 所示。

说明	制造商	器件型号
连接器、FPC、垂直、50 位置	Hirose Electric Co Ltd	FH40-50S-0.5SV

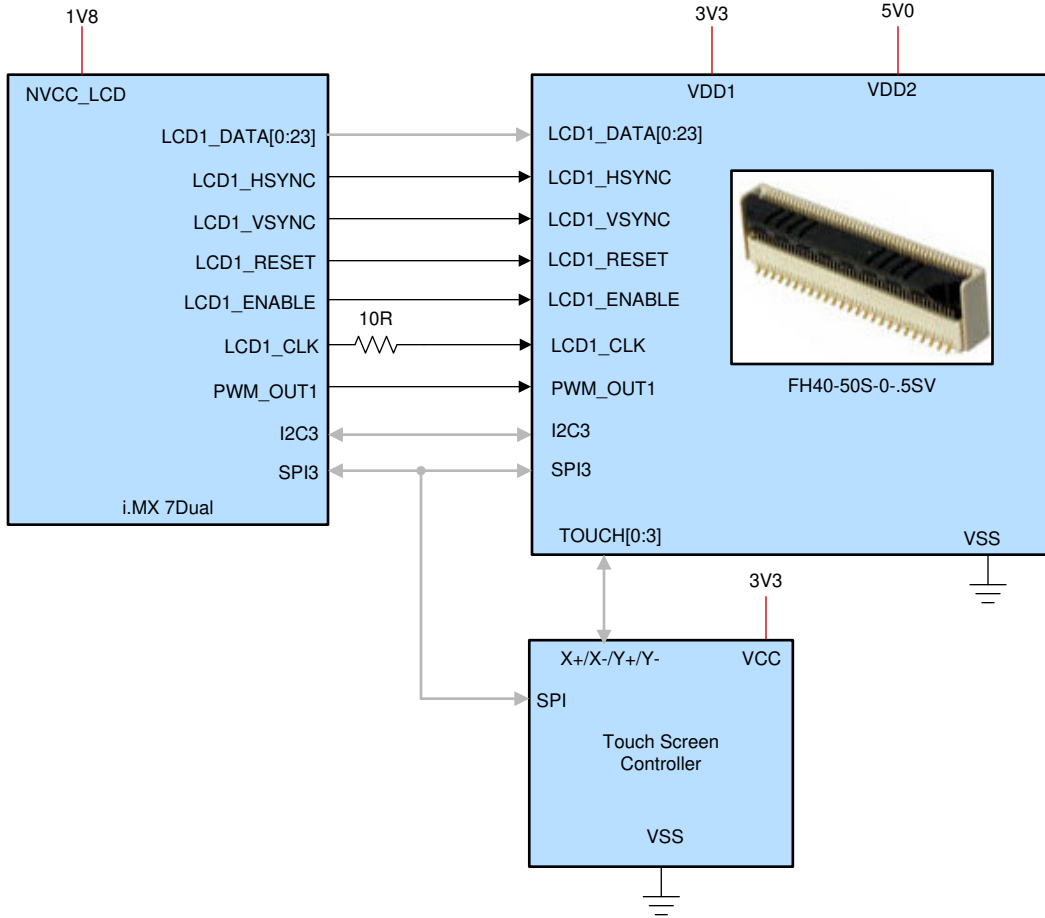


图 2-7. 从 i.MX 7D 处理器到连接器的 LCD 接口

2.2.7 移动工业处理器接口 (MIPI) CSI 连接器

此设计提供了用于摄像头的 MIPI CSI。i.MX 7D 处理器支持双通道 MIPI，它是从 Panasonic 连接 30 引脚连接器的连接器，如图 2-8 所示。

说明	制造商	器件型号
连接器、插座、0.4mm、30 位置	Panasonic Electric Works	AXT530124

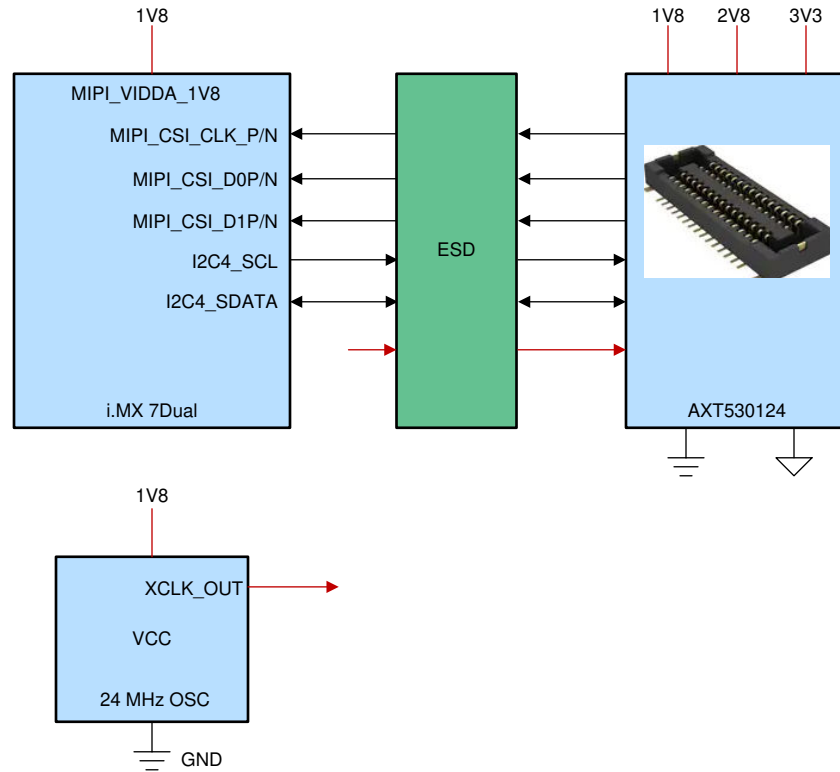


图 2-8. MIPI CSI 连接器

2.2.8 Mini PCI Express® 连接器

在此设计中，mini-PCI Express 或 mPCIe 的信号端接至连接器，如图 2-9 所示。使用了板载基准时钟发生器。

说明	制造商	器件型号
连接器、插座、mPCIe、52 位置	TE	1775862-2
IC、PI6C557、PCIe 时钟发生器、200MHz、TSSOP-16	二极管	PI6C557-03LE
连接器、Micro SIM 卡插槽、1X1、屏蔽、RA	Molex	78723-1001

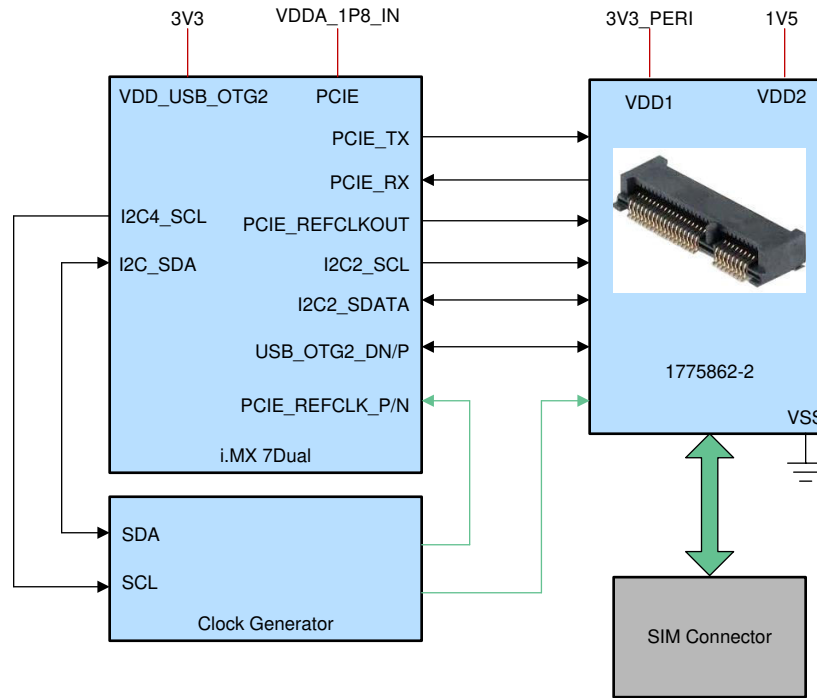


图 2-9. mPCIe 接口

2.2.9 CAN 收发器和标准连接器

该设计包括一个 CAN 接口。收发器是来自 Microchip 的 MCP2562，连接至标准的 9 针 D-Sub 连接器，如图 2-10 所示。

说明	制造商	器件型号
IC、CAN 收发器、SOIC-8	Microchip	MCP2562-E/MF
连接器、DE-9、公头、1x1、6A、板锁、RA、TH	TE	5747840-4

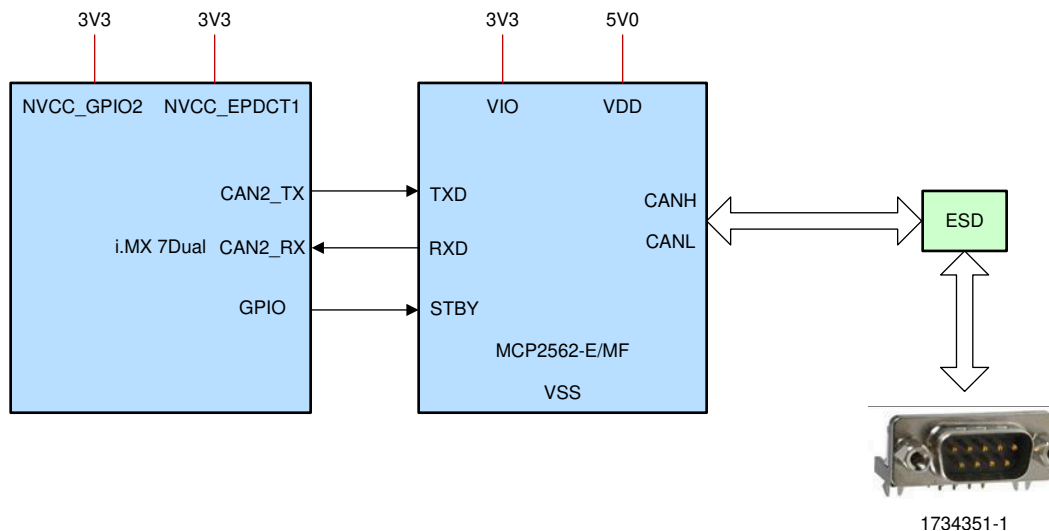


图 2-10. CAN 接口

2.2.10 JTAG 接头

JTAG 连接符合 i.MX 7Dual 的编程和调试要求，可直接访问处理器。

说明	制造商	器件型号
连接器、Berg 条、2 × 5、1.27mm、1A、ST、SMD	FCI	20021121-00010*4LF

2.2.11 USB2ANY 接头

USB2ANY 是基于 TI MCU 的适配器，用于支持计算机通过 USB 连接控制电子评估模块 (EVM)。在此设计中，USB2ANY 的 I²C 接口用于从外部监视、控制 PMIC 的内部寄存器和/或对其重新编程。USB2ANY 接头的布线如图 2-11 所示。

说明	制造商	器件型号
连接器、Berg 条形、2 × 5、2.54mm、3A、RA、TH	FCI	68021-210HLF

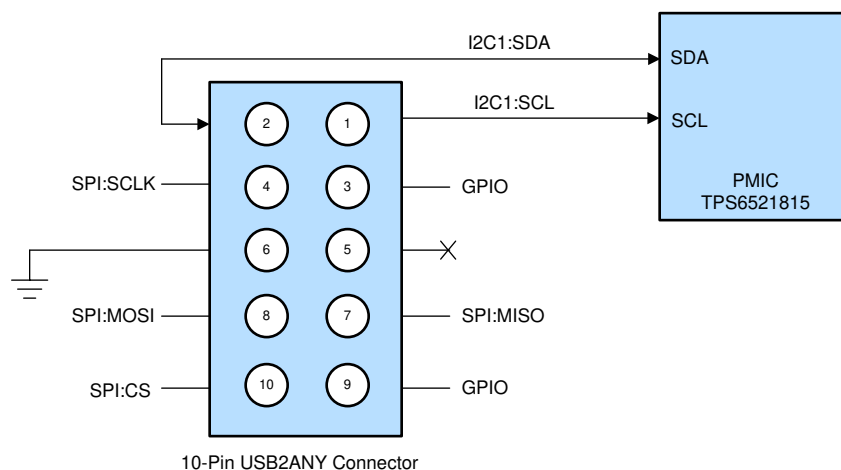


图 2-11. USB2ANY 接头与 PMIC I²C 引脚的连接

2.2.12 功能开关和状态 LED

有两个连接到 GPIO (配置为处理器上的输入) 的功能多用途按压式按钮，软件开发人员可将其用于测试使用此电路板开发的应用。三个 LED 连接到处理器的三个 GPIO，用于指示正在运行、已完成或可能已失败的进程的状态。按压式按钮和状态 LED 均可用于调试，或向用户提供触觉输入和视觉反馈。图 2-12 展示了这些连接。

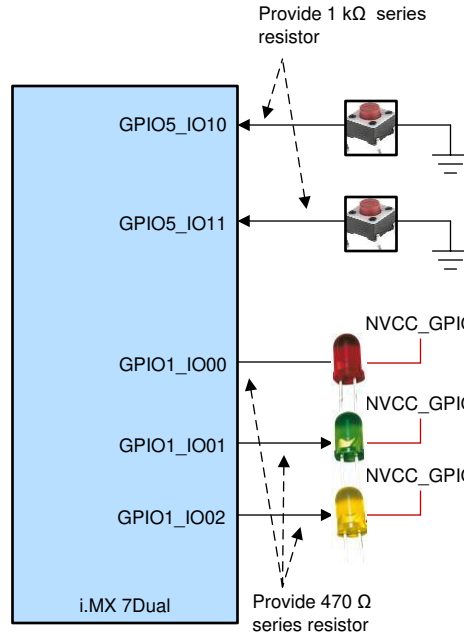


图 2-12. GPIO 与按压式按钮和 LED 的连接

2.3 重点产品

2.3.1 TPS6521815 — 电源管理 IC

TPS6521815 器件是一款电源管理 IC (PMIC)，专门设计用于支持 Arm Cortex 处理器（例如 NXP 的 i.MX 7Dual）。PMIC 非常适合用于由 5V 电源或锂离子电池供电的应用。IC 由三个可调节降压转换器、一个降压/升压转换器、一个可调节 LDO 稳压器和三个具有两种可选电流限制的负载开关组成。PMIC 支持欠压锁定 (UVLO)、过热警告和关断、所有稳压器的单独电源正常输出、所有稳压器的可编程电源时序控制以及用于读取和写入器件的 I²C 接口。图 2-17 展示了此设计的全功率架构。

图 2-13 展示了处理器和 TPS6521815 PMIC 之间的 I/O 连接以及 PMIC 上的模拟和数字输入引脚。

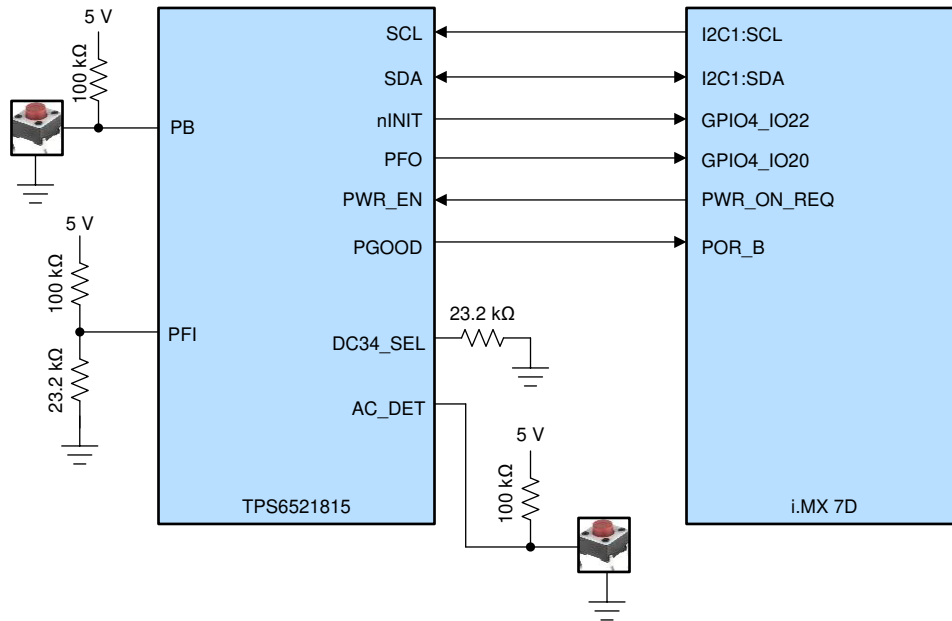


图 2-13. i.MX 7D 处理器的 TPS6521815 PMIC I/O 布线

2.3.2 WL1831MOD - Wi-Fi® + 蓝牙® 模块

此设计使用 TI 的 Wi-Fi + 蓝牙模块，即 WL1831MODGBMOCT 器件。与处理器连接的接口通过用于蓝牙的 UART 和用于 WLAN (Wi-Fi) 的 SDIO。该设计提供用于单极天线连接的两个同轴连接。

说明	制造商	器件型号
模块、Wi-Fi-蓝牙、IEEE 802.11b、802.11g、802.11n、QFM-100	TI	WL1831MODGBMOCT

2.3.3 DP83867CR - 以太网 PHY

i.MX 7Dual 处理器支持双以太网 PHY 接口，但对于本设计，我们仅使用一个千兆位以太网。本设计中使用的 1000Base-T PHY 是 DP83867CR 器件。处理器的接口通过 RGMII 实现并连接 MDC/MDIO 以管理 PHY。为了将 MDI 连接到 Cat5e 电缆，我们使用了带有 Pulse Electronics 提供的内部磁性元件的 RJ45。图 2-14 展示了以太网接口的连接方式。

说明	制造商	器件型号
IC、千兆位以太网 PHY	TI	DP83867CRRGZ
连接器、带集成磁性元件的 RJ45 插孔、1x1、屏蔽、LED (G、Y) RA、TH	PULSE ELECTRONICS	J1011F21PNL

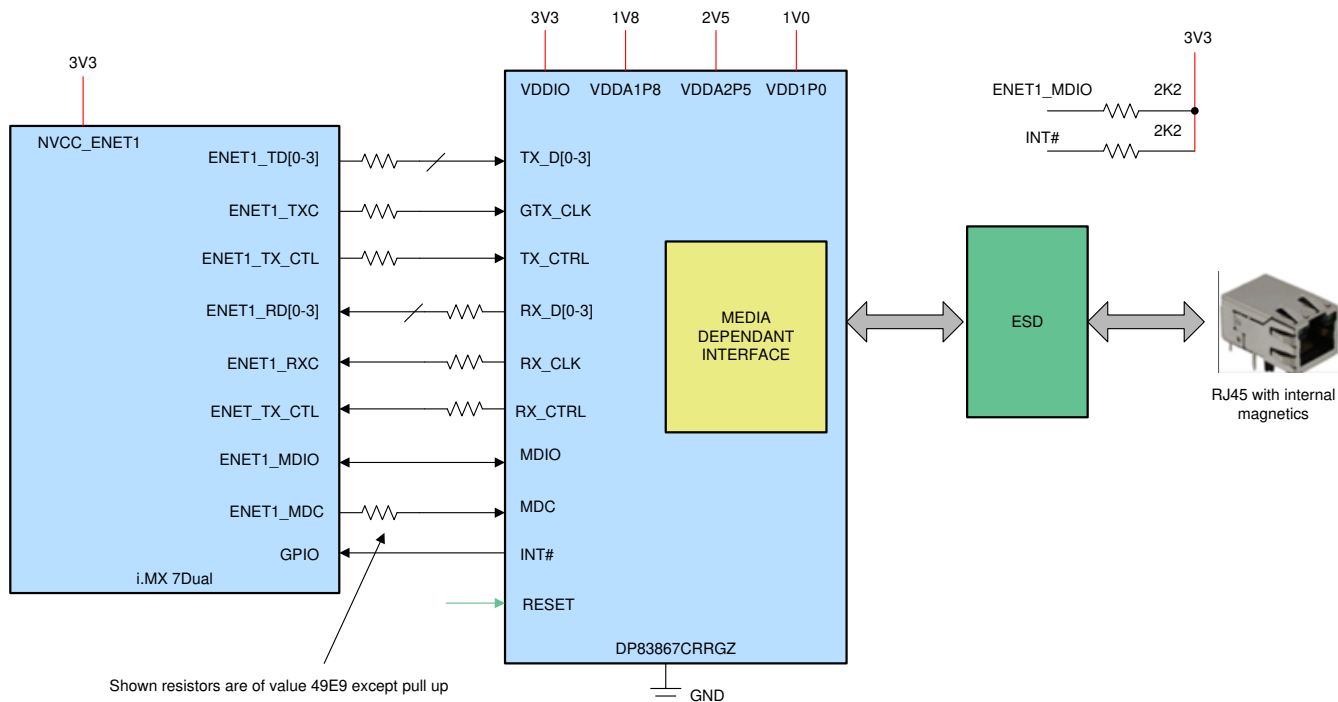


图 2-14. 具有 DP83867CR PHY 的以太网接口

2.3.4 OPT3001 - 环境光传感器

本设计中提供的环境光传感器 (ALS) 使用 TI 的 IC。处理器接口通过共享的 I²C 线路实现。需要使用一个电阻器上拉或下拉传感器 IC 的地址 (ADDR) 引脚，以根据表 2-1 确定地址设置。

说明	制造商	器件型号
IC、环境光传感器、I ² C、USON-6	TI	OPT3001DNPR

表 2-1. OPT3001 I²C 从器件地址选项

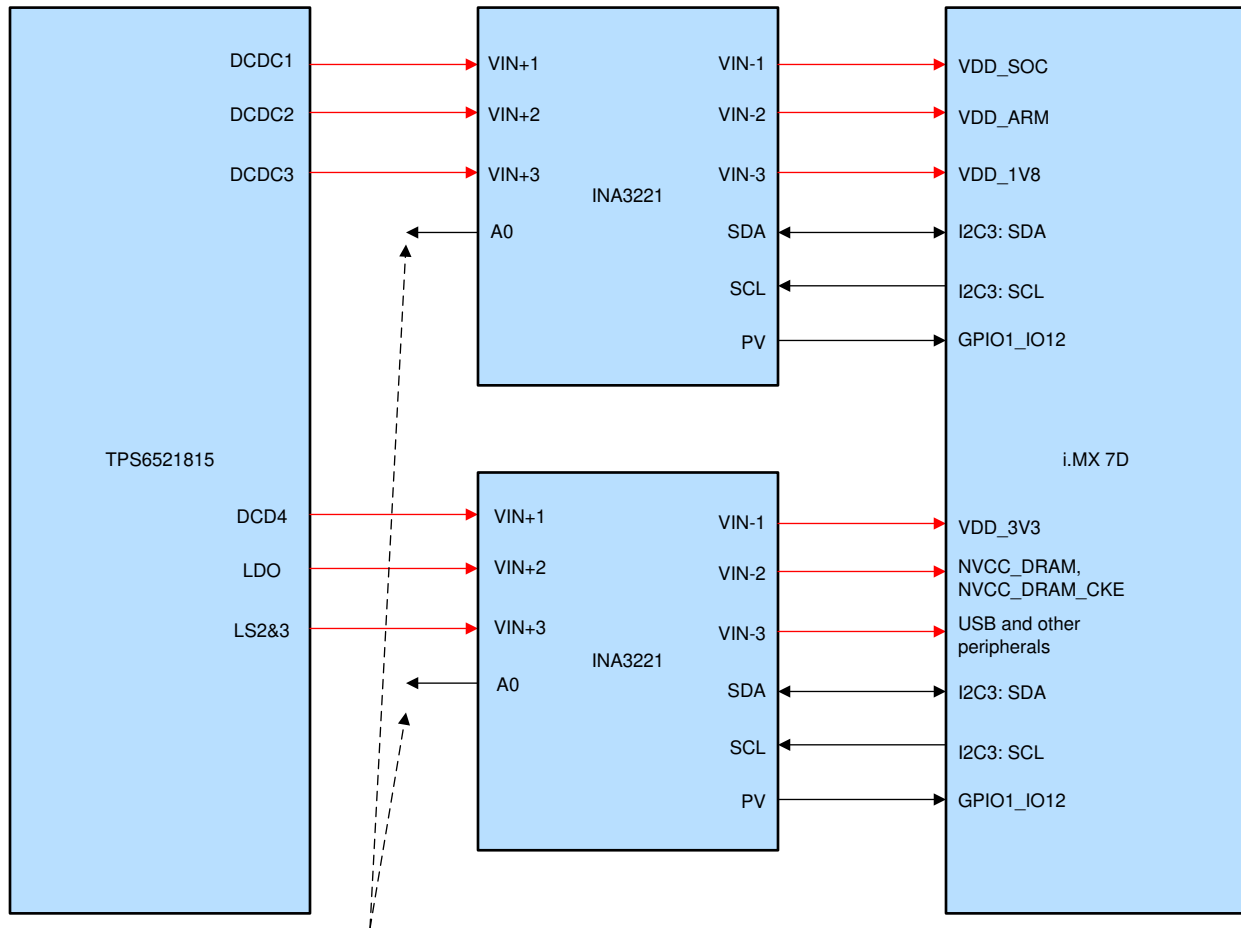
7 位二进制地址	7 位十六进制地址	ADDR 引脚端接
1000100b	0x44	GND
1000101b	0x45	VDD

表 2-1. OPT3001 I²C 从器件地址选项 (续)

7 位二进制地址	7 位十六进制地址	ADDR 引脚端接
1000110b	0x46	SDA
1000111b	0x47	SCL

2.3.5 INA3221 - 电流监控器

为了测量实时电流信息，本设计的电源部分集成了一个电流传感电路。电流传感是使用 INA3221 器件完成。有两个器件用于监控所有 TPS6521815 PMIC 电源轨。布线如图 2-15 中所示。INA3221 器件的地址引脚 A0 需要根据表 2-2 进行端接。



These pins require pull-up or pull-down resistors to set the I2C slave address

图 2-15. INA3221 从 PMIC 到处理器的电流传感器接线

表 2-2. INA3221 I²C 从器件地址选项

7 位二进制地址	7 位十六进制地址	ADDR 引脚端接
1000000b	0x40	GND
1000001b	0x41	V _S
1000010b	0x42	SDA
1000011b	0x43	SCL

2.3.6 TPS3808 - 复位方案电压监控器

图 2-16 展示了该项目的复位方案。TPS3808 电压监控器可检测纽扣电池的 VSNS 电压。除非插入纽扣电池，否则 TPS3808 监控器会阻止 PMIC 开启。这对于确保上电序列正确至关重要。

TPS3808 器件将输入 MR# 连接到复位开关和来自处理器的看门狗。如果任何输入置为无效 (逻辑低电平)，则会禁用 PMIC。一旦 RESET 和 VSNVS 与所有电源输出一起保持稳定，PGOOD 引脚将上电复位 (POR_B) 置为无效。

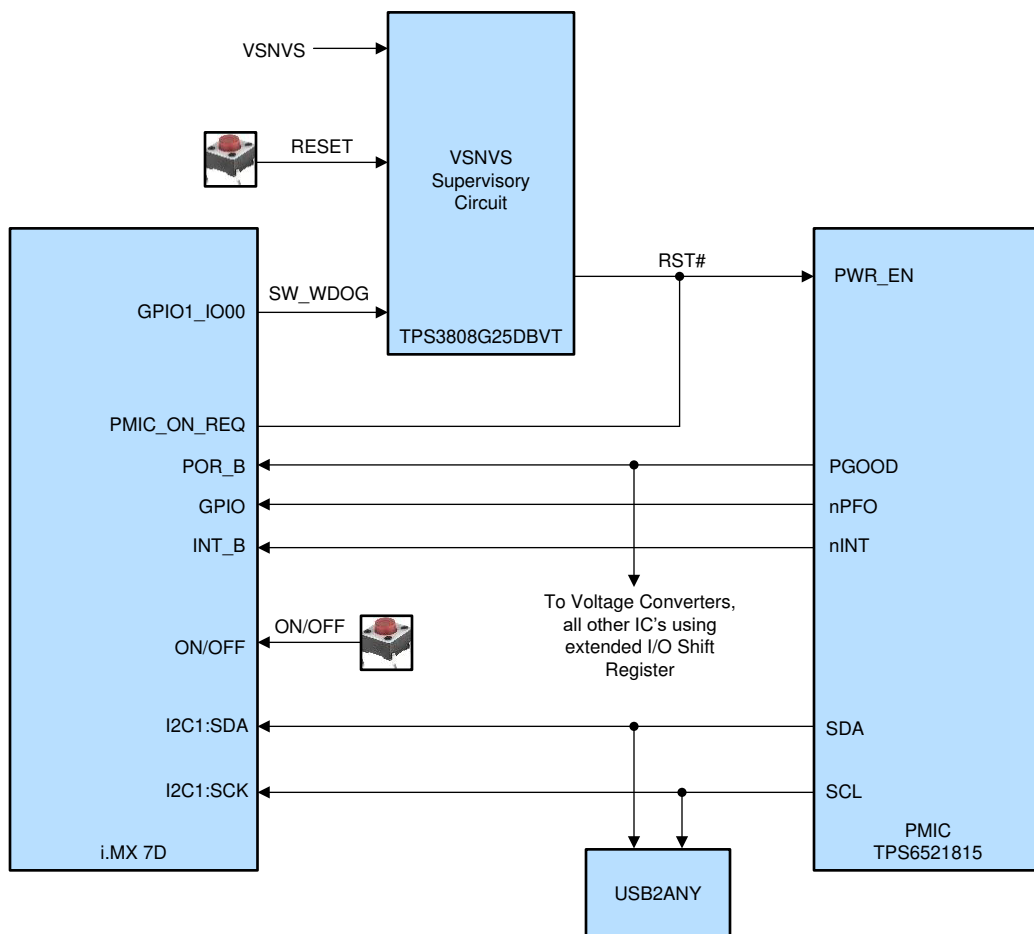


图 2-16. TPS3808 监控器的复位方案

2.3.7 TLV755P、TPS62067、TPS51200 - 辅助电源

图 2-17 展示了全功率架构。添加到设计中的每个外设可能都需要处理器不需要的额外电压电平。在此设计中，我们必须为以太网 PHY 添加 2.5V 电压，为 MIPI CSI 添加 2.8V 电压。这两个电源轨都由 TLV722P 固定电压 LDO 生成。

一些设计还需要额外的电流来为与处理器电源电压相同的第二个电压轨供电。在这种情况下，除了分配给处理器和其他外设 (Wi-Fi + 蓝牙、以太网、音频编解码器、LCD、ALS、eMMC 和 NOR 闪存) NVCC_3V3 电源的 1.4A 电流外，mPCIe 接口还可能需要高达 1A 的电流。因此，添加了 TPS62067 来为 mPCIe 提供 3V3_PERI 电源轨。如果需要，TPS62067 还可以与 NVCC_3V3 主电源轨并联。

最后，有时需要终止 DDR 存储器。DDR 终端提供一个电压为主电源电压 (1.35V) 一半的电源 (0.675V)，并且能够灌入或拉取电流。如果仅使用 DDR 的一个通道，电流消耗较低或者布线是点对点的，则从均匀匹配的分压器的中心分接就足够了。在其他情况下，需要 DDR 终端器。在本设计中，我们使用 TPS51200 器件端接系统中的两个 DDR3L IC。

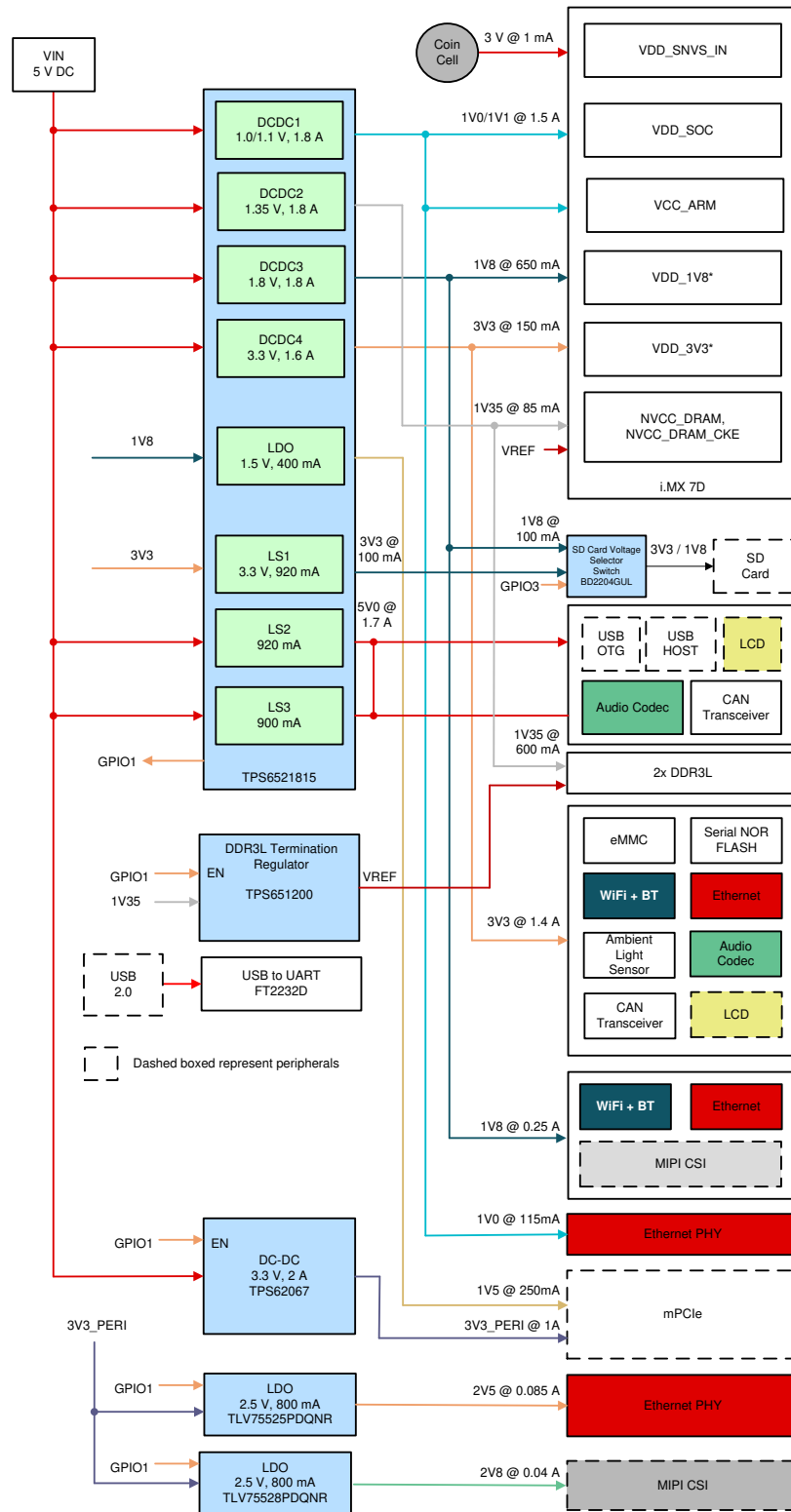


图 2-17. TIDA-050034 全功率架构

2.4 系统设计原理

在仔细估算电路板上 IC 和可连接到电路板的外设的功耗后，得到全功率架构。必须了解 i.MX 7D 处理器可能的最佳电源时序，以确保 TPS6521815 的电源时序正确。必须完全绘制 I²C 链，以确保不存在 I²C 地址冲突。必须映射引导模式设置，以使用预期的存储器存储 IC 启动处理器。最后，必须完成 PCB 布局规划，以确保电路板的布局合理。本节将考虑所有这些系统设计原理。

2.4.1 功耗估算

此设计由 5V 适配器供电。这个 5V 电压是 TPS6521815 器件的主电源。PMIC 产生五种不同的电压：1.0V/1.1V（采用动态电压调节 (DVS)）、1.8V、3.3V、1.35V 和 1.5V。负载开关 LS2 和 LS3 用于为 5.0V 的 IC 和 USB 供电。表 2-3 中列出了每个电源轨的估计电流消耗。

表 2-3. 系统功耗估算

电压 (V)	电源 IC，电源轨名称	电源电流 (mA)	负载 IC，电源轨名称	电流 (mA)	功率 (mW)
1/1.1	TPS6521815，DCDC1	1800	iMX7 VDD_ARM	500	550
			iMX7 VDD_SOC	1000	1100
			DP83867 VDD1P1	115	127
1.35	TPS6521815、DCDC2	1800	iMX7 NVCC_DRAM	85	115
			DDR3L VDD/VDDQ	295	400
0.675	TPS51200	3000	iMX7 VREF	1	0.675
			DDR3L VREF/VT	295 (最大值)	200
1.8	TPS6521815、DCDC3	1800	iMX7 NVCC_1P8	625	1125
			WL1831MOD Vxx	200	360
			DP83867 VDDA1P8	50	90
			MIPI CSI	350	630
1.5	TPS6521815、LDO1	400	mPCIe	250	375
3.3	TPS6521815、DCDC4	1600	i.MX7 NVCC_3V3	148	489
			MTFC8GAKAJCN-1M WT	150	495
			MT25QL256	35	116
			WL1831MOD	1105	3647
			DP83867 VDDIO	50	165
			OPT3001 VDD	0.0037	0.0122
			MCP2562	0.5	1.65
			WM8960CGEFL	16	53
			LCD	15	50
3.3 (辅助)	TPS62067	2000	mPCIe	1000	3300
5	TPS6521815、LS2/3	1820	FTD2232D	31	155
			2x USB2 端口	1000	5000
			MCP2562	70	350
			WM8960CGEFL	511	2555
			LCD	未经过测试	-
2.5	TLV75525P	500	DP83867 VDDA2P5	86	215
2.8	TLV75528PP	500	MIPI CSI	350	980
总估算功耗					23W

2.4.2 电源时序

处理器电源时序如图 2-18 所示。首先，VDD_SNVS 需要在任何其他电源之前导通。在我们的设计中，VDD_SNVS 通过直接连接到处理器输入端的纽扣电池供电。一旦 SNVS 电压稳定，除 NVCC_DRAM 和 NVCC_DRAM_CKE 之外的所有其他电源都可以导通。NVCC_DRAM 和 NVCC_CKE 只能在 VDD_SOC 之后上电。这些电压的稳定通常会导致上电复位 (POR_B)。

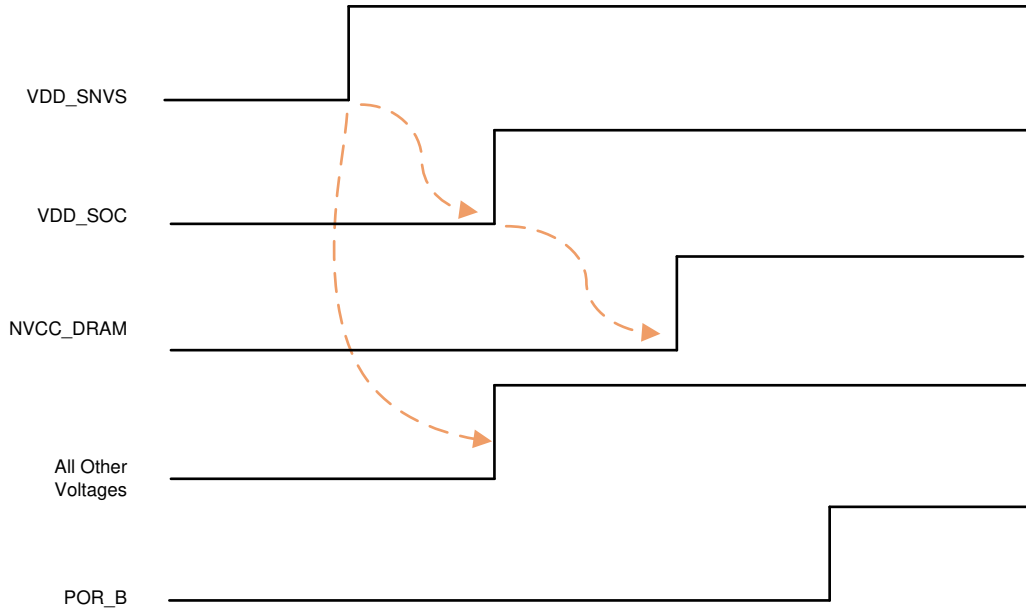
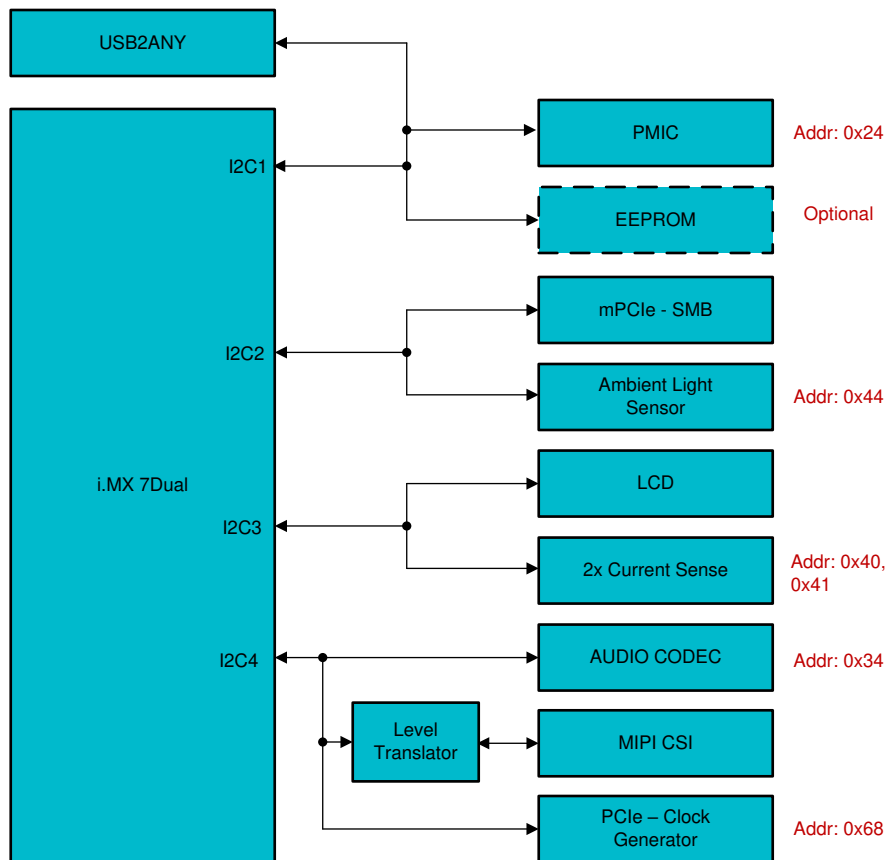


图 2-18. i.MX 7D 处理器所需的电源序列

2.4.3 I²C 器件链

图 2-19 展示了从处理器到每个器件的 I²C 通道映射。

图 2-19. I²C 器件链

2.4.4 时钟方案

以下列表包含了匹配每个 IC 所需的时钟频率：

- i.MX 7Dual - 24MHz 和 32.768KHz
- PI6CFGL201BZDIEX (时钟发生器) - 25MHz
- WL1831 (Wi-Fi/BT) - 32.768KHz
- FT2232 (USB 转 UART) - 6MHz
- WM8960CGEFL/V-ND (音频编解码器) - 24MHz
- DP83867CRRGZ (以太网 PHY) - 25MHz
- MIPI CSI - 24MHz

2.4.5 BOOT 配置

此设计使用两个引导配置。由 SW3 DIP 开关控制的引导模式引脚连接到 i.MX 7D 处理器的专用 BOOT_MODE0 和 BOOT_MODE1 输入引脚。除了这些引脚外，还有 20 个不同的引脚用于设置引导配置，它们与 LCD 数据共享引脚。这 20 个引脚由 SW2 的 8 个 DIP 开关进行控制。表 2-4 (SW3) 和表 2-5 (SW2) 中列出了所有可能的引导选项。

表 2-4. SW3 引导模式设置

BOOT_MODE[1..0]	位 1	位 0
保险丝	0	0
串行下载	0	1
内部 BOOT	1	0
测试模式	1	1

表 2-5. SW2 引导模式设置

SW2, 引脚 1	SW2, 引脚 2	SW2, 引脚 3	SW2, 引脚 4	SW2, 引脚 5	SW2, 引脚 6	SW2, 引脚 7	SW2, 引脚 8
BT_CFG[14]	BT_CFG[13]	BT_CFG[12]	BT_CFG[11]	BT_CFG[10]	BT_CFG[6]	BT_CFG[5]	BT_CFG[4]
001b = SD/eSD 引导			端口选择： 00b=eSDHC1， 01b=eSDHC2， 10b=eSDHC3		0b	0b	总线宽度： 0b=1 位，1b=4 位
010b = MMC/eMMC 引导					总线宽度： 000b=1 位，001b = 4 位，010b = 8 位，101b = 4 位 DDR (MMC4.4)，110b = 8 位 DDR (MMC4.4)		
011b = NAND 引导			块中的页面： 00b=128，01b=64，10b=32， 11b=256		BOOT_SEARCH_COUNT： 00b=2，01b=2，10b=4，11b=8		0b
100b = QSPI 引导			0b	0b	0b	0b	0b

2.4.6 PCB 布局规划

图 2-20 显示了 PCB 顶部的布局规划，图 2-21 显示了 PCB 底部的布局规划。

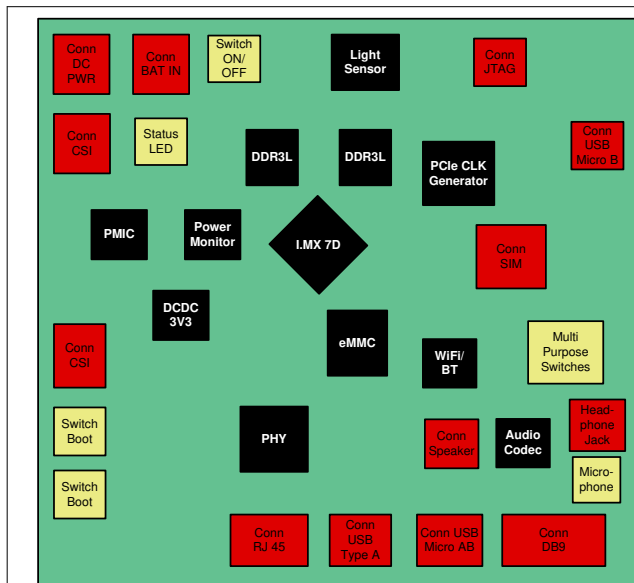


图 2-20. PCB 布局规划 (顶部)

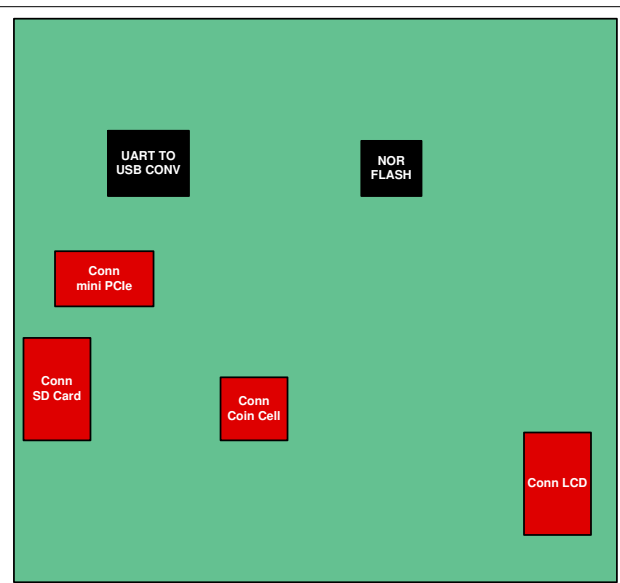


图 2-21. PCB 布局规划 (底部)

3 入门指南、测试设置和测试结果

3.1 硬件和软件的入门指南

3.1.1 硬件

本节包含有关 TIDA-050034 电路板的初始设置、上电选项和用户界面的信息。图 3-1 展示了组装完成的 PCB 的顶视图，并带有标签，有助于找到电路板上的连接器或开关。

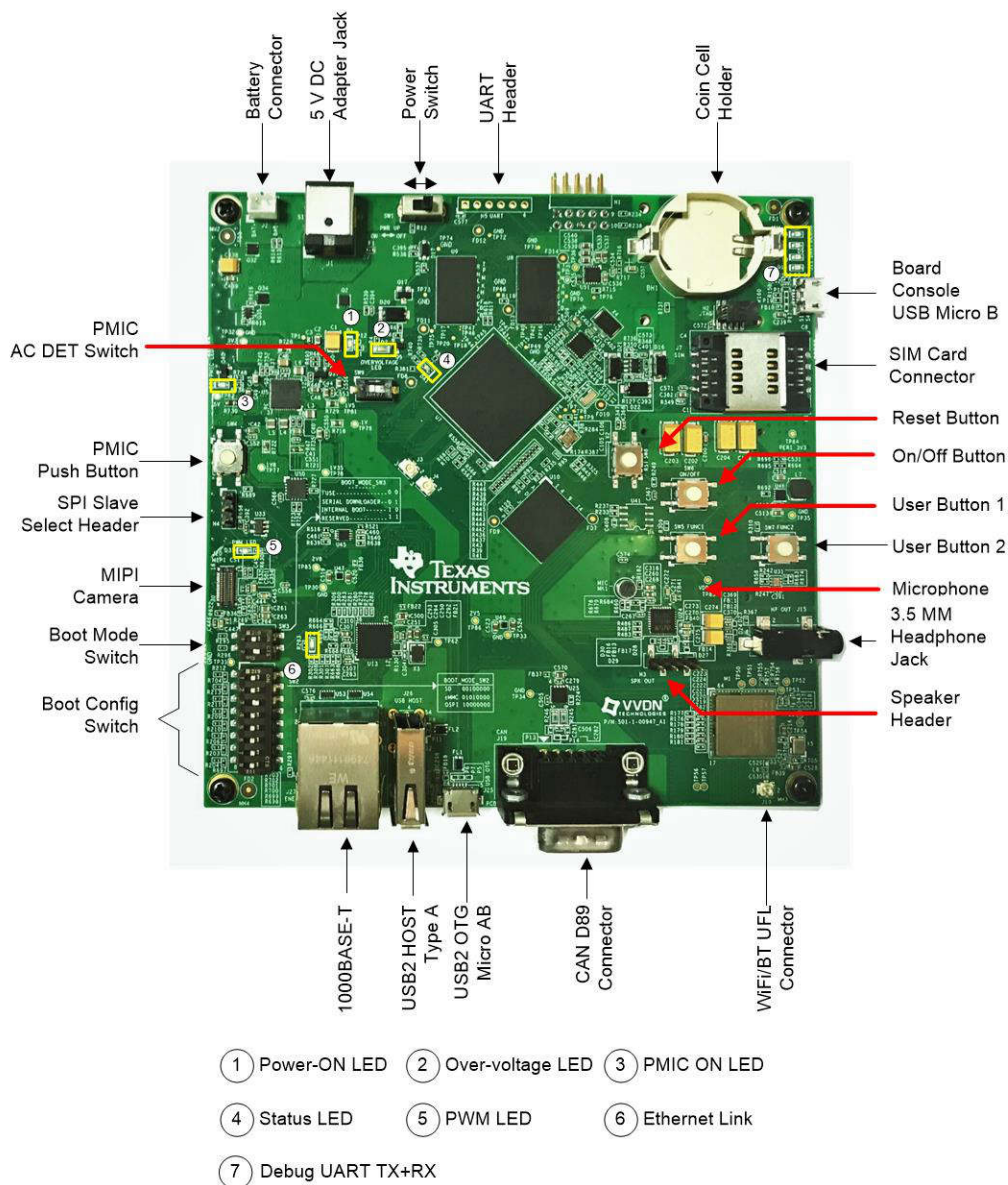


图 3-1. TIDA-050034 PCB 顶视图，带标签

图 3-2 展示了组装完成的 PCB 的底部，带有标签。

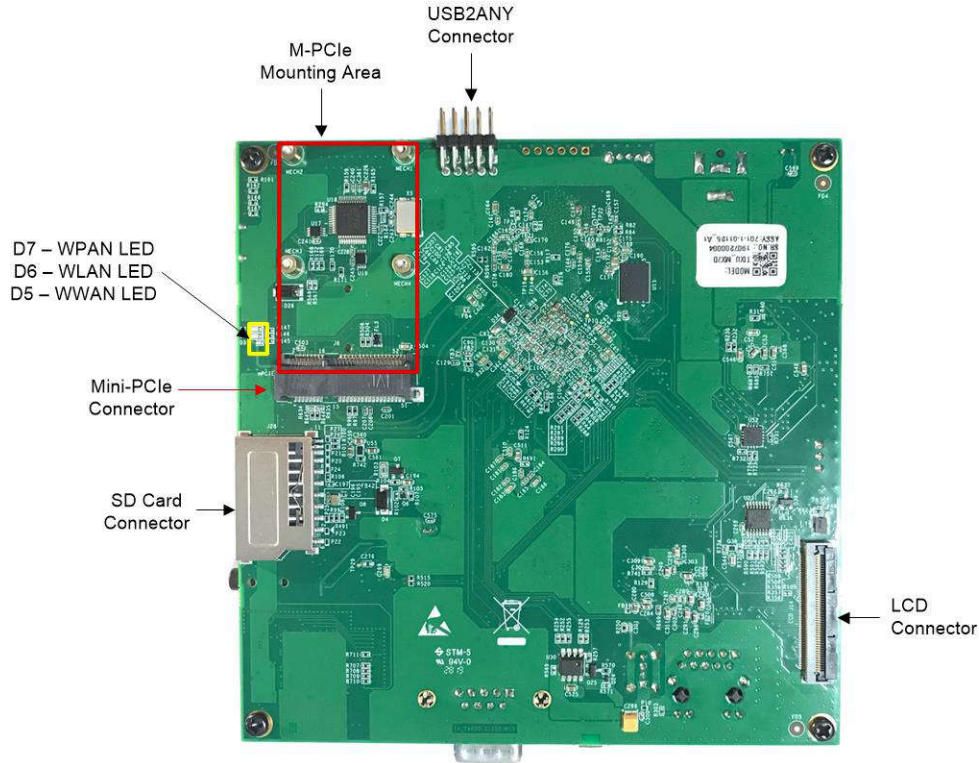
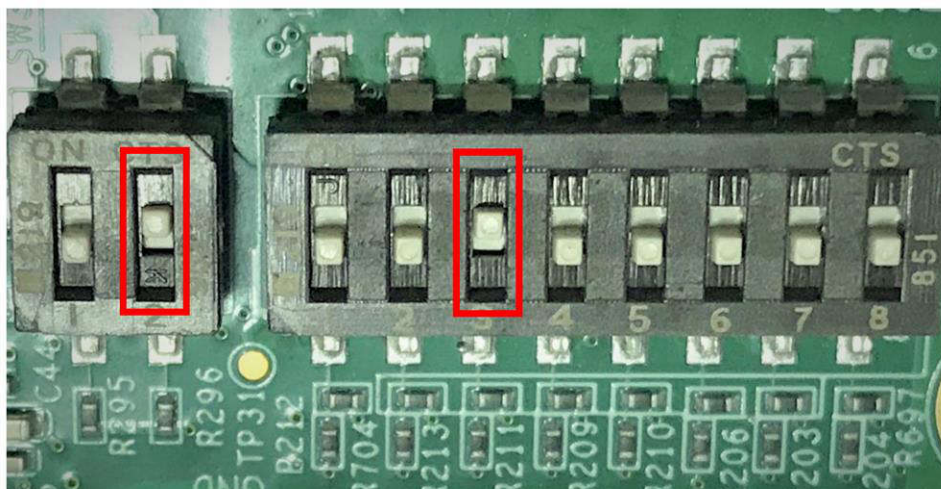


图 3-2. TIDA-050034 PCB 底部，带标签

按照以下步骤设置系统硬件：

1. 将螺钉插入 PCB 边缘的四个孔中，将螺柱固定到电路板上。
2. 使用 SW2/SW3 DIP 开关 (图 3-3) 设置引导选项。
3. 将 CR2032 纽扣电池插入支架 BH1 (图 3-4)。
4. 如果 SD 卡用于引导 (图 3-5)，请将 SD 卡插入 J28 连接器。
5. 将 USB micro-B 电缆插入 J11 连接器，以便在终端窗口 (图 3-6) 中进行 UART 调试。Type-A 插头连接到计算机的 USB 端口。
6. 将 5V 直流适配器桶形插孔插入 J1 连接器以提供电源 (图 3-7)。CUI Inc 的 SM124-5-V-P6 是推荐使用的电源。
7. 将 SW1 置于 ON 位置。
8. 引导完成后，连接所需的外设。例如：RJ-45 以太网 (J27)、Mini-PCIe (J8)、3.5mm 耳机插孔 (J15)、MIPI 摄像头 (J20)、LCD 屏幕 (J14)、USB 器件 (J26)。



 Set these switches to ON state for SD Card boot

图 3-3. 设置 DIP 开关 (SW2、SW3) 以从 SD 卡引导

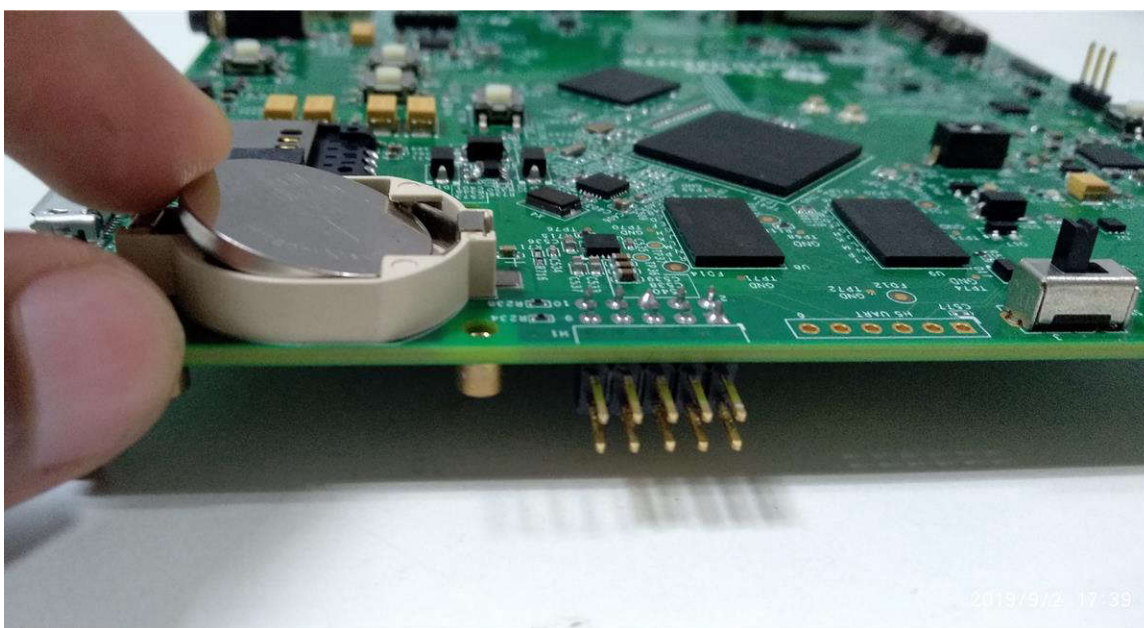


图 3-4. 将纽扣电池插入 BH1

备注

为了使监控器允许系统上电，纽扣电池（标称值为 3.0V）的电压必须高于 2.4V。如果纽扣电池电压过低，请更换新电池以继续测试。

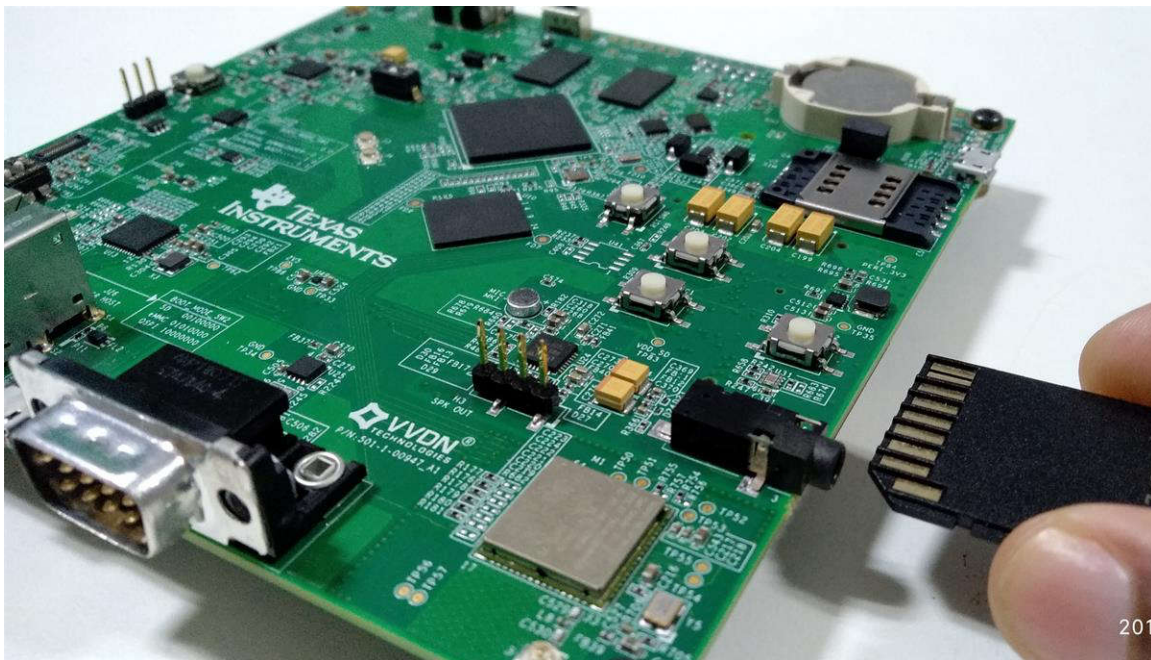


图 3-5. 将 SD 卡插入 J28



图 3-6. 将 micro-B 电缆插入 J11

备注

有关通过终端窗口调试 TIDA-050034 的过程，请参阅[节 3.1.2](#)

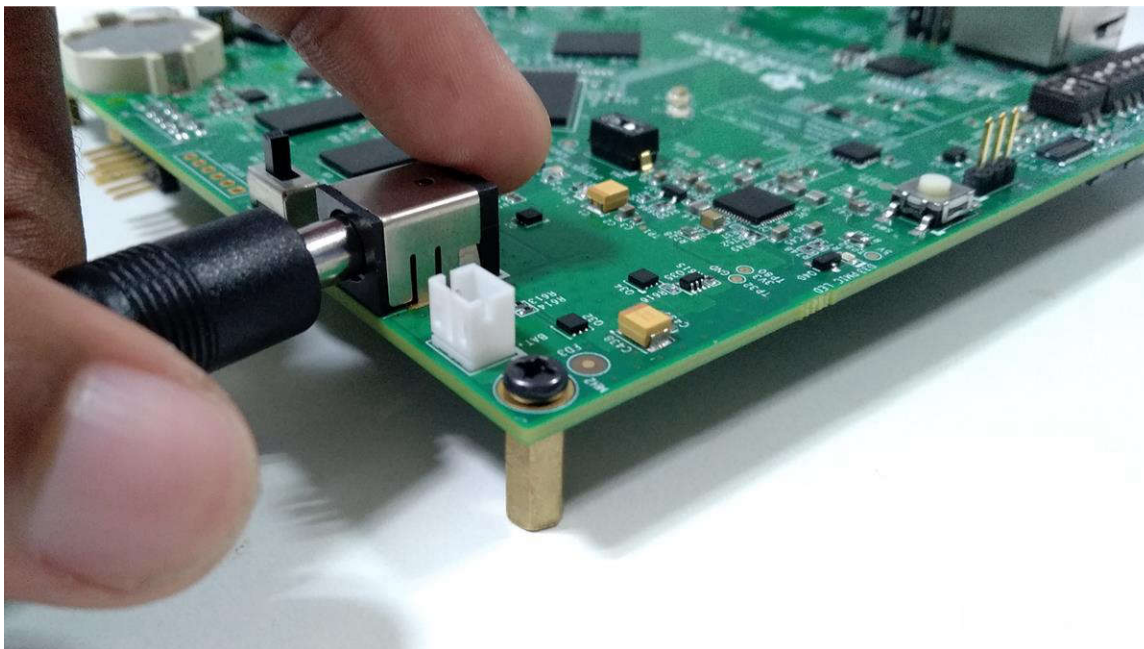


图 3-7. 将 5V 直流适配器插入 J1

备注

如果直流输出电压、额定电流、极性和桶形插孔尺寸（内径和外径）是等效的，则可以替换 SMI24-5-V-P6 以外的电源。由于电路板上的过压保护电路旨在防止损坏 IC，因此直流电压大于 5.25V 的电源不可接受。

备注

TI 建议始终通过在拔下直流适配器电源之前将 SW1 切换到 OFF 位置来关断系统。

3.1.1.1 板载 LED 信息

表 3-1 列出了 PCB 上安装的指示灯 LED，并简要说明了这些含义，以改善用户体验开始使用 TIDA-050034 参考设计。

表 3-1. 指示灯 LED

数字 (在图 3-1 中)	位号	说明	含义
1	D1	上电 LED	ON : 上电
			关闭 : 电源关闭
2	D2	过压 LED	ON : 输入过压 (>5.25V)
			关闭 : 输入电压在建议范围内
3	D33	PMIC 开启 LED	ON : PGOOD 为高电平 (PMIC 处于工作状态)
			关闭 : PGOOD 为低电平 (PMIC 未处于工作状态)
4	DA1	处理器状态 LED	红色亮起 : U-boot 正在运行
			LED 熄灭 : U-boot 到内核转换
			红色闪烁 : 内核正在运行
			绿色亮起 : 文件系统正在运行
5	D35	PWM LED	昏暗 : 环境光强度低
			明亮 : 环境光强度高
6	D14	以太网链路 LED	ON : 已建立以太网链路
			关闭 : 以太网链路断开

表 3-1. 指示灯 LED (续)

数字 (在图 3-1 中)	位号	说明	含义
7	D9、D8 (COMx) ; D10、D11 (COMy)	调试 UART TX/RX	D9 和 D10 闪烁：发送数据
			D8 和 D10 闪烁：接收数据
不适用 (底部)	D5、D6、D7	mini-PCle LED	WWAN
			WLAN
			WPAN

3.1.2 软件

用于测试 TIDA-050034 的主引导源为 SD 卡。主要测试方法是使用预构建的二进制映像来准备 SD 卡。本节目的是开始使用软件，并假设所用软件已写入 SD 卡中，且 SD 卡已插入 PCB 上的正确插槽，并且引导开关设置正确。

用于测试的软件是嵌入式 Linux Yocto 构建，包含针对所有 TI IC 和补丁编写的驱动程序，用于修改为 NXP i.MX 7D 处理器编写的原始 SDK。构建和安装映像需要运行 Ubuntu 16.04 (或更高版本) 的笔记本电脑、120GB HDD、完全组装的 TIDA-050034 电路板、micro-SD 卡、micro-SD 转 SD 卡适配器、micro-USB 电缆和 5V 直流电源。构建和安装软件映像的过程不在本文档的范围之内。

3.1.2.1 TIDA-050034 的引导

将 SD 卡插入电路板中提供的 SD 卡插槽，并将引导开关设置为从 SD 卡引导。如果在配置的引导源中找不到可执行文件，则会自动从 SD 卡中获取软件。

将 USB 电缆的 Micro-B 侧连接到电路板的调试端口，将 Type-A 侧连接到主机 PC。此步骤中板上的连接如图 3-8 所示。

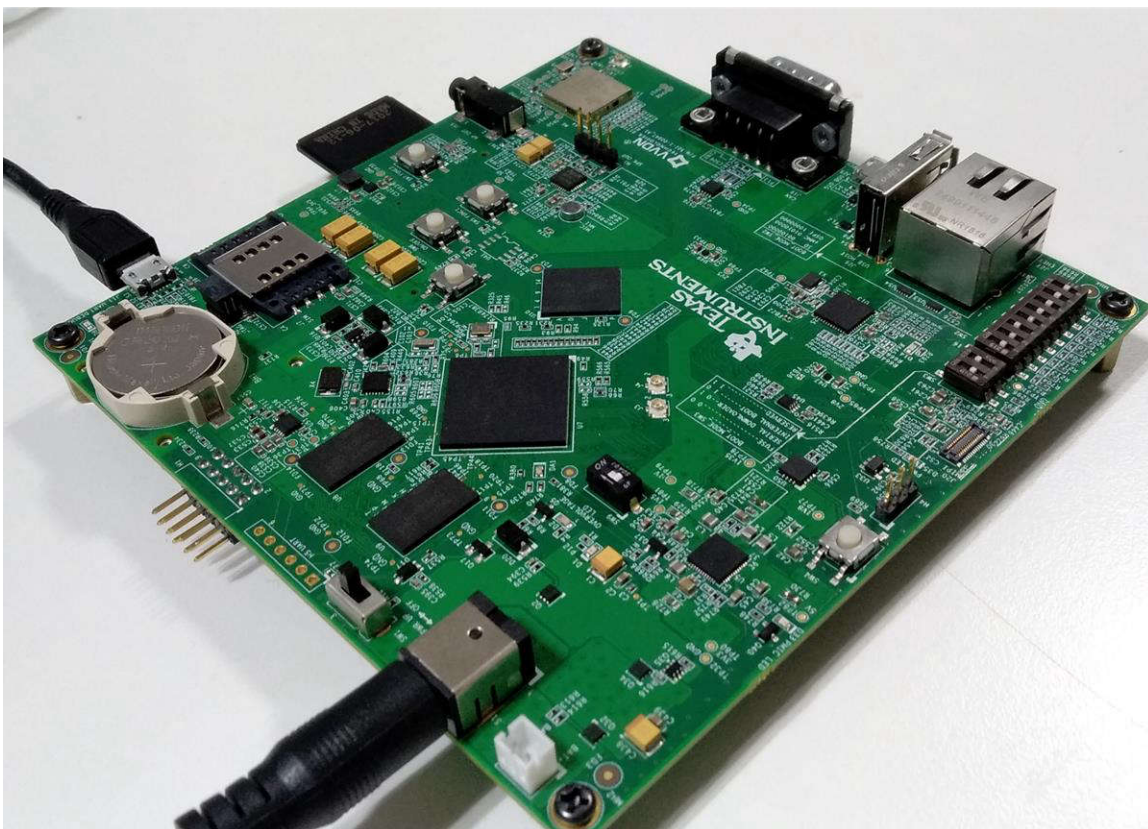


图 3-8. 用于通过 USB 调试从 SD 卡引导的电路板连接

如果主机 PC 正在运行 Windows，请使用 TeraTerm 或 Putty 打开终端并从设备节点获取调试日志。根据在 FTDI 芯片的设备管理器中找到的 COMxx 端口更改端口号。即使 PC 和 TIDA-050034 电路板之间仅连接了一根 USB 电缆，也可提供两 (2) 个 COMxx 端口。

例如，当我测试该电路板时，可以选择波特率为 115200 的 COM7 或 COM8 端口，并保留其他 Putty 设置作为默认选项。

如果电路板上电时显示调试打印，则该接口正常工作。提示登录时，输入 “root”，然后按 Enter 键。

```
timx7d login: root
root@timx7d:~#
```

在编写本文档时，TIDA-050034 的最新软件/固件版本为 1.1.0_1，可以使用简单的 Linux 命令对其进行验证。

```
root@timx7d:~# fw-version
firmware version : 1.1.0_1
```

还有许多其他 Linux 函数和命令对于测试 TIDA-050034 的电源和功耗很有用，下一节将提供一些示例。

3.1.2.2 用于测试 TIDA-050034 的 Linux 命令示例

计算总线上的 I²C 器件数量，其中 “0” 表示我要在通道 0 上查找 I²C 器件 (因为 TPS6521815 应位于此处 0x24)：

```
root@timx7d:~# i2cdetect -y -r 0
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 a b c d e f
00: -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- --
10: -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- --
20: -- -- -- -- UU -- -- -- -- -- -- -- -- -- --
30: -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- --
40: -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- --
50: -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- --
60: -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- --
70: -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- --
```

测试环境光传感器的读数，可在房间内的灯打开时读取一次，然后在灯关闭时再次读取：

```
root@timx7d:~# test_als
lux value : 384.000000
root@timx7d:~# test_als
lux value : 16.020000
```

验证 PMIC 的动态电压调节相对于处理器的 CPU 频率是否正常工作，其中 792MHz 对应于 DCDC1 = 1.0V，而 996MHz 对应于 DCDC1 = 1.1V：

```
root@timx7d:~# echo userspace > /sys/devices/system/cpu/cpu0/cpufreq/scaling_governor
root@timx7d:~# echo 996000 > /sys/devices/system/cpu/cpu0/cpufreq/scaling_setspeed
root@timx7d:~# echo 792000 > /sys/devices/system/cpu/cpu0/cpufreq/scaling_setspeed
```

运行电流传感器应用并测量来自 TPS6521815 PMIC 的任何电源轨上的电流，其中第一个提示中的“1”表示电流传感器 IC #1，第二个提示中的“1”表示通道 1，“curr1_input”返回 VDD_ARM 和 VDD_SOC 电源轨正在使用的 248mA 值：

```
root@timx7d:~# test_currentsensor
Enter current sensor no[1-2]: 1
Enter voltage Level[1-3]: 1
/*****
/*                                CURRENT SENSOR2                                */
/*      Location of node:/sys/bus/i2c/devices/2-0040/hwmon/h1mon1/      */
/*****
/* =====
/*                                VDD_SOC_ARM                                */
/* =====
curr1_crit : 16380 mA
curr1_crit_alarm : 0
curr1_input : 248 mA
curr1_max : 16380 mA
curr1_max_alarm : 0
in1_input : 1104 mV
/*****
```

除了数千个预定义的 Linux 命令（可包含在适用于 iMX 的 Yocto 构建中）之外，还有许多其他专门用于测试 TIDA-050034 的实用功能。对于对处理器进行应力测试以及增加负载电流以测试 PMIC，最有用的命令是“stress-ng”。有关 Linux 命令的更多信息，可以在《Ubuntu 手册》中查阅。

4 设计文件

4.1 原理图

要下载原理图，请参阅 [TIDA-050034](#) 中的设计文件。

4.2 物料清单

要下载物料清单 (BOM)，请参阅 [TIDA-050034](#) 中的设计文件。

4.3 CAD 文件

要下载 CAD 文件，请参阅 [TIDA-050034](#) 中的设计文件。

4.4 Gerber 文件

要下载 Gerber 文件，请参阅 [TIDA-050034](#) 的设计文件。

4.5 装配图

要下载装配图，请参阅 [TIDA-050034](#) 中的设计文件。

5 软件文件

要下载软件文件，请参阅 [TIDA-050034](#) 中的设计文件。

6 文档支持

1. 德州仪器 (TI)，《带 6 个直流/直流转换器、1 个 LDO 和 3 个负载开关的 [TPS6521815](#) 用户可编程电源管理 IC (PMIC)》数据表
2. 德州仪器 (TI)，《使用 [TPS6521815 PMIC](#) 为 [NXP i.MX 7](#) 处理器供电》应用手册
3. [MCIMX7SABRE](#)：基于 [i.MX 7Dual](#) 应用处理器的智能设备 [SABRE](#) 电路板
4. [Ubuntu](#) 手册页存储库
5. [Yocto Project](#) 主页

6.1 商标

TI E2E™ is a trademark of Texas Instruments.

NXP® is a registered trademark of NXP B.V.

Wi-Fi® is a registered trademark of Wi-Fi Alliance.

蓝牙® is a registered trademark of Bluetooth SIG, Inc.

Hirose® is a registered trademark of Hirose Electric Co., Ltd.

Arm® and Cortex® are registered trademarks of Arm Limited.

Micron® is a registered trademark of Micron Technology, Inc.

PCI Express® is a registered trademark of PCI-SIG.

所有商标均为其各自所有者的财产。

术语 HDMI、HDMI 高清多媒体接口、HDMI 商业外观和 HDMI 标识是 HDMI Licensing Administrator, Inc. 的商标或注册商标。

7 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 (December 2019) to Revision B (November 2025)	Page
• 更新了整个文档中的表格、图和交叉参考的编号格式.....	1
• 添加了 HDMI 商标信息。.....	1

A 处理器引脚映射

A.1 i.MX 7Dual 引脚映射

下表详细列出了 i.MX 7Dual 处理器上每个引脚的映射。

表 A-1. i.MX 7D 引脚映射

引脚	外设	信号	路由至	电源组	方向
AD14	MMDC	dram_data、13	DRAM_DATA13	NVCC_DRAM (0V)	输出
AC14	MMDC	dram_cas_b	DRAM_CAS_B	NVCC_DRAM (0V)	输出
AB14	MMDC	dram_sdwe_b	DRAM_SDWE_B	NVCC_DRAM (0V)	输出
AA14	MMDC	dram_odt、1	DRAM_ODT1	NVCC_DRAM (0V)	输出
AE14	MMDC	dram_data、08	DRAM_DATA08	NVCC_DRAM (0V)	输出
AB15	MMDC	dram_ras_b	DRAM_RAS_B	NVCC_DRAM (0V)	输出
AD15	MMDC	dram_sdqs1_p	DRAM_SDQS1_P	NVCC_DRAM (0V)	输入/输出
AE15	MMDC	dram_sdqs1_n	DRAM_SDQS1_N	NVCC_DRAM (0V)	输入/输出
AB16	MMDC	dram_addr、01	DRAM_ADDR01	NVCC_DRAM (0V)	输出
AC16	MMDC	dram_odt、0	DRAM_ODT0	NVCC_DRAM (0V)	输出
AD16	MMDC	dram_data、11	DRAM_DATA11	NVCC_DRAM (0V)	输出
AE16	MMDC	dram_data、12	DRAM_DATA12	NVCC_DRAM (0V)	输出
AB17	MMDC	dram_sdcke、0	DRAM_SDCKE0	NVCC_DRAM_CKE (0V)	输出
AD17	MMDC	dram_dqm、1	DRAM_DQM1	NVCC_DRAM (0V)	输出
AE17	MMDC	dram_data、10	DRAM_DATA10	NVCC_DRAM (0V)	输出
AB18	MMDC	dram_addr、14	DRAM_ADDR14	NVCC_DRAM (0V)	输出
AC18	MMDC	dram_addr、02	DRAM_ADDR02	NVCC_DRAM (0V)	输出
AD18	MMDC	dram_data、06	DRAM_DATA06	NVCC_DRAM (0V)	输出
AE18	MMDC	dram_data、09	DRAM_DATA09	NVCC_DRAM (0V)	输出
AB19	MMDC	dram_addr、00	DRAM_ADDR00	NVCC_DRAM (0V)	输出
AD19	MMDC	dram_data、05	DRAM_DATA05	NVCC_DRAM (0V)	输出
AE19	MMDC	dram_data、07	DRAM_DATA07	NVCC_DRAM (0V)	输出
AB20	MMDC	dram_addr、15	DRAM_ADDR15	NVCC_DRAM (0V)	输出
AC20	MMDC	dram_addr、03	DRAM_ADDR03	NVCC_DRAM (0V)	输出
AD20	MMDC	dram_dqm、0	DRAM_DQM0	NVCC_DRAM (0V)	输出
AE20	MMDC	dram_data、02	DRAM_DATA02	NVCC_DRAM (0V)	输出
AB21	MMDC	dram_addr、04	DRAM_ADDR04	NVCC_DRAM (0V)	输出
AD21	MMDC	dram_sdqs0_n	DRAM_SDQS0_N	NVCC_DRAM (0V)	输入/输出
AE21	MMDC	dram_sdqs0_p	DRAM_SDQS0_P	NVCC_DRAM (0V)	输入/输出
P22	MMDC	dram_sdba、1	DRAM_SDBA1	NVCC_DRAM (0V)	输出
R22	MMDC	dram_sdba、0	DRAM_SDBA0	NVCC_DRAM (0V)	输出
T22	MMDC	dram_addr、12	DRAM_ADDR12	NVCC_DRAM (0V)	输出
U22	MMDC	dram_addr、11	DRAM_ADDR11	NVCC_DRAM (0V)	输出
V22	MMDC	dram_addr、06	DRAM_ADDR06	NVCC_DRAM (0V)	输出
W22	MMDC	dram_addr、08	DRAM_ADDR08	NVCC_DRAM (0V)	输出
Y22	MMDC	dram_addr、07	DRAM_ADDR07	NVCC_DRAM (0V)	输出
AA22	MMDC	dram_cs1_b	DRAM_CS1_B	NVCC_DRAM (0V)	输出
AB22	MMDC	dram_sdcke、1	DRAM_SDCKE1	NVCC_DRAM_CKE (0V)	输出
AC22	MMDC	dram_reset	DRAM_RESET	NVCC_DRAM_CKE (0V)	输出
AD22	MMDC	dram_data、00	DRAM_DATA00	NVCC_DRAM (0V)	输出

表 A-1. i.MX 7D 引脚映射 (续)

引脚	外设	信号	路由至	电源组	方向
AE22	MMDC	dram_data、04	DRAM_DATA04	NVCC_DRAM (0V)	输出
N23	MMDC	dram_sdba、2	DRAM_SDBA2	NVCC_DRAM (0V)	输出
P23	MMDC	dram_addr、13	DRAM_ADDR13	NVCC_DRAM (0V)	输出
T23	MMDC	dram_addr、10	DRAM_ADDR10	NVCC_DRAM (0V)	输出
V23	MMDC	dram_addr、09	DRAM_ADDR09	NVCC_DRAM (0V)	输出
Y23	MMDC	dram_addr、05	DRAM_ADDR05	NVCC_DRAM (0V)	输出
AB23	MMDC	dram_cs0_b	DRAM_CS0_B	NVCC_DRAM (0V)	输出
AD23	MMDC	dram_data、01	DRAM_DATA01	NVCC_DRAM (0V)	输出
AE23	MMDC	dram_data、03	DRAM_DATA03	NVCC_DRAM (0V)	输出
N24	MMDC	dram_data、25	DRAM_DATA25	NVCC_DRAM (0V)	输出
P24	MMDC	Dram_dqm、3	DRAM_DQM3	NVCC_DRAM (0V)	输出
R24	MMDC	dram_data、29	DRAM_DATA29	NVCC_DRAM (0V)	输出
T24	MMDC	dram_sdqs3_p	DRAM_SDQS3_P	NVCC_DRAM (0V)	输入/输出
U24	MMDC	dram_data、30	DRAM_DATA30	NVCC_DRAM (0V)	输出
V24	MMDC	dram_data、31	DRAM_DATA31	NVCC_DRAM (0V)	输出
W24	MMDC	dram_data、17	DRAM_DATA17	NVCC_DRAM (0V)	输出
Y24	MMDC	dram_sdqs2_p	DRAM_SDQS2_P	NVCC_DRAM (0V)	输入/输出
AA24	MMDC	dram_dqm、2	DRAM_DQM2	NVCC_DRAM (0V)	输出
AB24	MMDC	dram_data、22	DRAM_DATA22	NVCC_DRAM (0V)	输出
AC24	MMDC	dram_data、23	DRAM_DATA23	NVCC_DRAM (0V)	输出
AD24	MMDC	dram_sdclk0_p	DRAM_SDCLK0_P	NVCC_DRAM (0V)	输出
N25	MMDC	dram_data、27	DRAM_DATA27	NVCC_DRAM (0V)	输出
P25	MMDC	dram_data、26	DRAM_DATA26	NVCC_DRAM (0V)	输出
R25	MMDC	dram_data、24	DRAM_DATA24	NVCC_DRAM (0V)	输出
T25	MMDC	dram_sdqs3_n	DRAM_SDQS3_N	NVCC_DRAM (0V)	输入/输出
U25	MMDC	dram_data、28	DRAM_DATA28	NVCC_DRAM (0V)	输出
V25	MMDC	dram_data、18	DRAM_DATA18	NVCC_DRAM (0V)	输出
W25	MMDC	dram_data、19	DRAM_DATA19	NVCC_DRAM (0V)	输出
Y25	MMDC	dram_sdqs2_n	DRAM_SDQS2_N	NVCC_DRAM (0V)	输入/输出
AA25	MMDC	dram_data、16	DRAM_DATA16	NVCC_DRAM (0V)	输出
AB25	MMDC	dram_data、21	DRAM_DATA21	NVCC_DRAM (0V)	输出
AC25	MMDC	dram_data、20	DRAM_DATA20	NVCC_DRAM (0V)	输出
AD25	MMDC	dram_sdclk0_n	DRAM_SDCLK0_N	NVCC_DRAM (0V)	输出
AB13	MMDC	dram_zqpad	DRAM_ZQPAD	NVCC_DRAM (0V)	输入
AC13	MMDC	dram_vref	DRAM_VREF	DRAM_VREF (0V)	输入
AD13	MMDC	dram_data、14	DRAM_DATA14	NVCC_DRAM (0V)	输出
AE13	MMDC	dram_data、15	DRAM_DATA15	NVCC_DRAM (0V)	输出
T1	ENET1	enet_mdc	GPIO1_IO11	NVCC_GPIO2 (0V)	输出
R5	ENET1	enet_mdio	GPIO1_IO10	NVCC_GPIO2 (0V)	输入/输出
F14	ENET1	rgmii_rd、1	ENET1_RDATA1	NVCC_ENET1 (0V)	输入
E14	ENET1	rgmii_rd、0	ENET1_RDATA0	NVCC_ENET1 (0V)	输入
D13	ENET1	rgmii_rd、2	ENET1_RDATA2	NVCC_ENET1 (0V)	输入
E13	ENET1	rgmii_rd、3	ENET1_RDATA3	NVCC_ENET1 (0V)	输入
F16	ENET1	rgmii_txc	ENET1_TXC	NVCC_ENET1 (0V)	输出

表 A-1. i.MX 7D 引脚映射 (续)

引脚	外设	信号	路由至	电源组	方向
E16	ENET1	rgmii_tx_ctl	ENET1_TX_CTL	NVCC_ENET1 (0V)	输出
F15	ENET1	rgmii_rxc	ENET1_RXC	NVCC_ENET1 (0V)	输入
E15	ENET1	rgmii_rx_ctl	ENET1_RX_CTL	NVCC_ENET1 (0V)	输入
F17	ENET1	rgmii_td、0	ENET1_TDATA0	NVCC_ENET1 (0V)	输出
E17	ENET1	rgmii_td、1	ENET1_TDATA1	NVCC_ENET1 (0V)	输出
E18	ENET1	rgmii_td、2	ENET1_TDATA2	NVCC_ENET1 (0V)	输出
D18	ENET1	rgmii_td、3	ENET1_TDATA3	NVCC_ENET1 (0V)	输出
P21	QSPI	qspi_a_data、1	EPDC1_DATA01	NVCC_EPDC1 (0V)	输入/输出
N20	QSPI	qspi_a_data、2	EPDC1_DATA02	NVCC_EPDC1 (0V)	输入/输出
N21	QSPI	qspi_a_data、3	EPDC1_DATA03	NVCC_EPDC1 (0V)	输入/输出
M20	QSPI	qspi_a_sclk	EPDC1_DATA05	NVCC_EPDC1 (0V)	输出
M21	QSPI	qspi_a_ss0_b	EPDC1_DATA06	NVCC_EPDC1 (0V)	输出
M23	QSPI	qspi_b_data、0	EPDC1_DATA08	NVCC_EPDC1 (0V)	输入/输出
L25	QSPI	qspi_b_data、1	EPDC1_DATA09	NVCC_EPDC1 (0V)	输入/输出
A5	uSDHC1	sd_data、0	SD1_DATA0	NVCC_SD1 (0V)	输入/输出
D6	uSDHC1	sd_data、1	SD1_DATA1	NVCC_SD1 (0V)	输入/输出
A4	uSDHC1	sd_data、2	SD1_DATA2	NVCC_SD1 (0V)	输入/输出
D5	uSDHC1	sd_data、3	SD1_DATA3	NVCC_SD1 (0V)	输入/输出
C5	uSDHC1	sd_cmd	SD1_CMD	NVCC_SD1 (0V)	输入/输出
B5	uSDHC1	sd_clk	SD1_CLK	NVCC_SD1 (0V)	输出
C6	uSDHC1	sd_cd_b	SD1_CD_B	NVCC_SD1 (0V)	输入
B4	uSDHC1	sd_reset_b	SD1_RESET_B	NVCC_SD1 (0V)	输出
C4	uSDHC1	sd_wp	SD1_WP	NVCC_SD1 (0V)	输入
L3	UART1	uart_rx_data	UART1_RXD	NVCC_UART (0V)	输入
L4	UART1	uart_tx_data	UART1_TXD	NVCC_UART (0V)	输出
L5	UART2	uart_rx_data	UART2_RXD	NVCC_UART (0V)	输入
L6	UART2	uart_tx_data	UART2_TXD	NVCC_UART (0V)	输出
H3	UART6	uart_rx_data	ECSP11_SCLK	NVCC_SPI (0V)	输入
H4	UART6	uart_rts_b	ECSP11_MISO	NVCC_SPI (0V)	输入
G5	UART6	uart_tx_data	ECSP11_MOSI	NVCC_SPI (0V)	输出
H5	UART6	uart_cts_b	ECSP11_SS0	NVCC_SPI (0V)	输出
E20	ELCDIF	lcd_clk	LCD1_CLK	NVCC_LCD (0V)	输入
F25	ELCDIF	lcd_enable	LCD1_ENABLE	NVCC_LCD (0V)	输入/输出
E25	ELCDIF	lcd_hsync	LCD1_HSYNC	NVCC_LCD (0V)	输入
F24	ELCDIF	lcd_vsync	LCD1_VSYNC	NVCC_LCD (0V)	输入
C21	ELCDIF	lcd_rs	LCD1_RESET	NVCC_LCD (0V)	输出
D21	ELCDIF	lcd_data、00	LCD1_DATA00	NVCC_LCD (0V)	输入/输出
A22	ELCDIF	lcd_data、01	LCD1_DATA01	NVCC_LCD (0V)	输入/输出
B22	ELCDIF	lcd_data、02	LCD1_DATA02	NVCC_LCD (0V)	输入/输出
A23	ELCDIF	lcd_data、03	LCD1_DATA03	NVCC_LCD (0V)	输入/输出
C22	ELCDIF	lcd_data、04	LCD1_DATA04	NVCC_LCD (0V)	输入/输出
B23	ELCDIF	lcd_data、05	LCD1_DATA05	NVCC_LCD (0V)	输入/输出
A24	ELCDIF	lcd_data、06	LCD1_DATA06	NVCC_LCD (0V)	输入/输出
F20	ELCDIF	lcd_data、07	LCD1_DATA07	NVCC_LCD (0V)	输入/输出
E21	ELCDIF	lcd_data、08	LCD1_DATA08	NVCC_LCD (0V)	输入/输出

表 A-1. i.MX 7D 引脚映射 (续)

引脚	外设	信号	路由至	电源组	方向
C23	ELCDIF	lcd_data、09	LCD1_DATA09	NVCC_LCD (0V)	输入/输出
B24	ELCDIF	lcd_data、10	LCD1_DATA10	NVCC_LCD (0V)	输入/输出
G20	ELCDIF	lcd_data、11	LCD1_DATA11	NVCC_LCD (0V)	输入/输出
F21	ELCDIF	lcd_data、12	LCD1_DATA12	NVCC_LCD (0V)	输入/输出
E22	ELCDIF	lcd_data、13	LCD1_DATA13	NVCC_LCD (0V)	输入/输出
D23	ELCDIF	lcd_data、14	LCD1_DATA14	NVCC_LCD (0V)	输入/输出
C24	ELCDIF	lcd_data、15	LCD1_DATA15	NVCC_LCD (0V)	输入/输出
B25	ELCDIF	lcd_data、16	LCD1_DATA16	NVCC_LCD (0V)	输入/输出
G21	ELCDIF	lcd_data、17	LCD1_DATA17	NVCC_LCD (0V)	输入/输出
E23	ELCDIF	lcd_data、18	LCD1_DATA18	NVCC_LCD (0V)	输入/输出
D24	ELCDIF	lcd_data、19	LCD1_DATA19	NVCC_LCD (0V)	输入/输出
C25	ELCDIF	lcd_data、20	LCD1_DATA20	NVCC_LCD (0V)	输入/输出
E24	ELCDIF	lcd_data、21	LCD1_DATA21	NVCC_LCD (0V)	输入/输出
D25	ELCDIF	lcd_data、22	LCD1_DATA22	NVCC_LCD (0V)	输入/输出
G23	ELCDIF	lcd_data、23	LCD1_DATA23	NVCC_LCD (0V)	输入/输出
E3	uSDHC2	sd_clk	SD2_CLK	NVCC_SD2 (0V)	输出
F6	uSDHC2	sd_cmd	SD2_CMD	NVCC_SD2 (0V)	输入/输出
E4	uSDHC2	sd_data、0	SD2_DATA0	NVCC_SD2 (0V)	输入/输出
E5	uSDHC2	sd_data、1	SD2_DATA1	NVCC_SD2 (0V)	输入/输出
F5	uSDHC2	sd_data、2	SD2_DATA2	NVCC_SD2 (0V)	输入/输出
E6	uSDHC2	sd_data、3	SD2_DATA3	NVCC_SD2 (0V)	输入/输出
D3	uSDHC2	sd_cd_b	SD2_CD_B	NVCC_SD2 (0V)	输入
C1	uSDHC3	sd_clk	SD3_CLK	NVCC_SD3 (0V)	输出
E1	uSDHC3	sd_cmd	SD3_CMD	NVCC_SD3 (0V)	输入/输出
B2	uSDHC3	sd_data、0	SD3_DATA0	NVCC_SD3 (0V)	输入/输出
A2	uSDHC3	sd_data、1	SD3_DATA1	NVCC_SD3 (0V)	输入/输出
G2	uSDHC3	sd_data、2	SD3_DATA2	NVCC_SD3 (0V)	输入/输出
F1	uSDHC3	sd_data、3	SD3_DATA3	NVCC_SD3 (0V)	输入/输出
F2	uSDHC3	sd_data、4	SD3_DATA4	NVCC_SD3 (0V)	输入/输出
E2	uSDHC3	sd_data、5	SD3_DATA5	NVCC_SD3 (0V)	输入/输出
C2	uSDHC3	sd_data、6	SD3_DATA6	NVCC_SD3 (0V)	输入/输出
B1	uSDHC3	sd_data、7	SD3_DATA7	NVCC_SD3 (0V)	输入/输出
J1	uSDHC3	sd_strobe	SD3_STROBE	NVCC_SD3 (0V)	输出
G1	uSDHC3	sd_reset_b	SD3_RESET_B	NVCC_SD3 (0V)	输出
K24	GPIO2	gpio_io、28	EPDC1_BDR0	NVCC_EPDC2 (0V)	未指定
D15	SAI1	sai_tx_bclk	ENET1_RX_CLK	NVCC_ENET1 (0V)	输出
D16	SAI1	sai_rx_data	ENET1_TX_CLK	NVCC_ENET1 (0V)	输入
D19	SAI1	sai_tx_data	ENET1_COL	NVCC_ENET1 (0V)	输出
E19	SAI1	sai_tx_sync	ENET1_CRS	NVCC_ENET1 (0V)	输入/输出
E10	SAI1	sai_mclk	SAI1_MCLK	NVCC_SAI (0V)	输出
J2	I2C1	i2c_scl	I2C1_SCL	NVCC_I2C (0V)	输入/输出
K1	I2C1	i2c_sda	I2C1_SDA	NVCC_I2C (0V)	输入/输出
K2	I2C2	i2c_scl	I2C2_SCL	NVCC_I2C (0V)	输入/输出
K3	I2C2	i2c_sda	I2C2_SDA	NVCC_I2C (0V)	输入/输出

表 A-1. i.MX 7D 引脚映射 (续)

引脚	外设	信号	路由至	电源组	方向
K5	I2C3	i2c_scl	I2C3_SCL	NVCC_I2C (0V)	输入/输出
K6	I2C3	i2c_sda	I2C3_SDA	NVCC_I2C (0V)	输入/输出
B8	USB	usb_otg1_dp	USB_OTG1_DP	USB_OTG1_VDDA_3P3 (0V)	输入/输出
A8	USB	usb_otg1_dn	USB_OTG1_DN	USB_OTG1_VDDA_3P3 (0V)	输入/输出
B7	USB	usb_otg1_id	USB_OTG1_ID	USB_OTG1_VDDA_3P3 (0V)	输入
C7	USB	usb_otg1_chd_b	USB_OTG1_CHD_B	USB_OTG1_VDDA_3P3 (0V)	输入/输出
A7	USB	usb_otg1_rext	USB_OTG1_REXT	USB_OTG1_VDDA_3P3 (0V)	输入/输出
B10	USB	usb_otg2_dp	USB_OTG2_DP	USB_OTG2_VDDA_3P3 (0V)	输入/输出
A10	USB	usb_otg2_dn	USB_OTG2_DN	USB_OTG2_VDDA_3P3 (0V)	输入/输出
B11	USB	usb_otg2_id	USB_OTG2_ID	USB_OTG2_VDDA_3P3 (0V)	输入
A11	USB	usb_otg2_rext	USB_OTG2_REXT	USB_OTG2_VDDA_3P3 (0V)	输入/输出
A12	USB	usb_h_data	USB_H_DATA	USB_H_VDD_1P2 (0V)	输入/输出
B12	USB	usb_h_strobe	USB_H_STROBE	USB_H_VDD_1P2 (0V)	输入/输出
T6	FLEXCAN2	flexcan_tx	GPIO1_IO15	NVCC_GPIO2 (0V)	输出
T5	FLEXCAN2	flexcan_rx	GPIO1_IO14	NVCC_GPIO2 (0V)	输入
L20	GPIO2	gpio_io、14	EPDC1_DATA14	NVCC_EPDC1 (0V)	未指定
P20	QSPI	qspi_a_data、0	EPDC1_DATA00	NVCC_EPDC1 (0V)	输入/输出
AC10	PCIE	pcie_refclkout_n	PCIE_REFCLKOUT_N	PCIE_VPH (0V)	输出
AB10	PCIE	pcie_refclkout_p	PCIE_REFCLKOUT_P	PCIE_VPH (0V)	输出
AD10	PCIE	pcie_refclk_in_p	PCIE_REFCLKIN_P	PCIE_VPH (0V)	输入
AE10	PCIE	pcie_refclk_in_n	PCIE_REFCLKIN_N	PCIE_VPH (0V)	输入
AD11	PCIE	pcie_rx_p	PCIE_RX_P	PCIE_VPH_RX (0V)	输入
AE11	PCIE	pcie_rx_n	PCIE_RX_N	PCIE_VPH_RX (0V)	输入
AB11	PCIE	pcie_tx_p	PCIE_TX_P	PCIE_VPH_TX (0V)	输出
AC11	PCIE	pcie_tx_n	PCIE_TX_N	PCIE_VPH_TX (0V)	输出
AA13	PCIE	pcie_rext	PCIE_REXT	PCIE_VPH (0V)	输入/输出
B15	MIPI_CSI2	miipi_csi_clk_p	MIPI_CSI_CLK_P	MIPI_VDDA_1P8 (0V)	输入/输出
A15	MIPI_CSI2	miipi_csi_clk_n	MIPI_CSI_CLK_N	MIPI_VDDA_1P8 (0V)	输入/输出
B16	MIPI_CSI2	miipi_csi_d0_p	MIPI_CSI_D0_P	MIPI_VDDA_1P8 (0V)	输入/输出
A16	MIPI_CSI2	miipi_csi_d0_n	MIPI_CSI_D0_N	MIPI_VDDA_1P8 (0V)	输入/输出
B14	MIPI_CSI2	miipi_csi_d1_p	MIPI_CSI_D1_P	MIPI_VDDA_1P8 (0V)	输入/输出
A14	MIPI_CSI2	miipi_csi_d1_n	MIPI_CSI_D1_N	MIPI_VDDA_1P8 (0V)	输入/输出
AE6	XTALOSC	rtc_xtali	RTC_XTALI	VDD_SNVIS_1P8_CAP (0V)	输入
AD6	XTALOSC	rtc_xtalo	RTC_XTALO	VDD_SNVIS_1P8_CAP (0V)	输出
V1	XTALOSC	xtali	XTALI	VDDA_1P8 (0V)	输入
V2	XTALOSC	xtalo	XTALO	VDDA_1P8 (0V)	输出
AC8	XTALOSC	onoff	ONOFF	VDD_SNVIS_IN (0V)	输入
AE4	TEMPSENSO R	rext	TEMPSENSOR_REXT	VDD_TEMPSENSOR_1P8 (0V)	输入
D12	I2C4	i2c_sda	SAI1_RXC	NVCC_SAI (0V)	输入/输出
C12	I2C4	i2c_scl	SAI1_RXFS	NVCC_SAI (0V)	输入/输出
G3	GPIO5	gpio_io、11	SD2_RESET_B	NVCC_SD2 (0V)	未指定
C3	GPIO5	gpio_io、10	SD2_WP	NVCC_SD2 (0V)	未指定
N1	GPIO1	gpio_io、00	GPIO1_IO00	NVCC_GPIO1 (0V)	未指定
N2	GPIO1	gpio_io、01	GPIO1_IO01	NVCC_GPIO1 (0V)	未指定

表 A-1. i.MX 7D 引脚映射 (续)

引脚	外设	信号	路由至	电源组	方向
N3	GPIO1	gpio_io、02	GPIO1_IO02	NVCC_GPIO1 (0V)	未指定
J6	GPIO4	gpio_io、23	ECSPI2_SS0	NVCC_SPI (0V)	未指定
G6	GPIO4	gpio_io、21	ECSPI2_MOSI	NVCC_SPI (0V)	未指定

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