

具有 **PMIC** 和汽车以太网的 **AM263x** 控制卡



说明

AM263x 控制卡评估模块 (EVM) 是一款适用于德州仪器 (TI) Sitara™ AM263x 系列微控制器 (MCU) 的评估和开发板。此 EVM 具有用于编程和调试的板载仿真功能以及用于简化用户界面的按钮和 LED，可让您在 AM263x MCU 上轻松开始开发。此版本的 AM263x 控制卡 (TMDSCNCD263-PMIC) 具有原始 AM263x 控制卡 (TMDSCNCD263) 的所有品质，同时还包含一个 PMIC 电源解决方案，并将两个工业以太网 PHY 加上 RJ45 连接器替换为汽车以太网 PHY 加上 MATEnet 连接器。控制卡还通过使用高速边缘连接器 (HSEC) 基板集线站对关键信号进行接头引脚访问，以实现快速原型设计。

特性

- 符合 **ISO26262 ASIL-D** 规范的集成电源和安全监控解决方案
 - 为安全相关应用设计的多轨电源
 - 具有超高精度的汽车双通道电压监控器
- 两个具有板载汽车以太网 **PHY** 的 **MATEnet** 连接器
- 一个具有板载工业以太网 **PHY** 的 **RJ45** 以太网端口
- PCB 尺寸：HSEC 接口长 92.81 mm + 6.17mm，宽 131.15 mm。

- 通过 5V、3A USB Type-C 输入供电
- 板载 XDS110 调试探针
- 180 引脚 HSEC 接口，用于快速原型设计
- 三个按钮：
 - PORz
 - 用户中断
 - RESETz
- 以下 LED：
 - 电源状态
 - 用户测试
 - 以太网连接
 - I2C 驱动阵列
- 与板载 CAN 收发器的 CAN 连接
- 与板载 LIN 收发器的 LIN 连接
- 专用 FSI 连接器
- TI 测试自动化接头
- MMC 接口到 Micro SD 卡连接器
- 板载存储器
 - 128MB QSPI 闪存
 - 1 MB I2C EEPROM



1 评估模块概述

前言：使用前必读

1.1.1 Sitara™ MCU+ Academy

Texas Instruments™ 提供了 [MCU+ Academy](#)，作为在配套器件上使用 MCU+ 软件和工具进行设计的资源。MCU+ Academy 具有易于使用的培训模块，涵盖入门基础知识和高级开发主题。

1.1.2 如果您需要协助

如果您希望提供任何反馈或有任何疑问，请访问 [TI 产品信息中心 \(PIC\)](#) 和 [TI E2E™ 论坛](#)，其中提供了 Sitara™ MCU 和 AM263x 控制卡开发套件支持。有关 PIC 的联系信息，请访问 [TI 网站](#)。有关其他器件特定信息，请访问 [节 6.1](#)。

1.1.3 重要使用说明

备注

TMDSCNCD263-PMIC 在一次性 SDK 版本中包含软件示例和驱动程序。有关 SDK 安装的更多信息，请参阅 [节 3.1](#)。

备注

TMDSCNCD263-PMIC E1 设计具有各种硬件修改，以确保 EVM 正常运行。有关所有修改的更多详细信息，请参阅 [节 5.2](#)。

备注

AM263x 控制卡需要一个 5V、3A 的电源才能正常工作。虽然附带了 USB Type-C 电缆，但套件中不包含 5V、3A 电源，必须另行订购。如需更多信息，请参阅 [节 2.3](#)。

备注

TMDSCNCD263-PMIC 包含 PMIC 以及升压稳压器 U30 和 U182，它们在正常运行期间可超过 55°C 的管壳温度。该器件添加了本用户指南的声明和下表中的 PCB 警告标签，以提醒用户注意这些较高温度的组件。

	注意	注意表面高温。 接触会导致烫伤。 请勿触摸！
---	----	------------------------------

备注

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 V

备注

TI 建议使用符合适用地区安全标准（如 UL、CSA、VDE、CCC 和 PSE 等）的外部电源或电源配件。

1.1 引言

开发原始 AM263x 控制卡 ([TMDSCNCD263](#)) 是为了能够轻松快速地对 AM263x 和所有外设进行原型设计。表 1-1 中展示了原始控制卡与特定版本 [TMDSCNCD263-PMIC](#) 之间的不同之处。

表 1-1. 控制卡差异

子系统	TMDSCNCD263	TMDSCNCD263-PMIC	TMDSCNCD263-PMIC 器件型号
Power	分立式电源	电源管理集成芯片 (PMIC)	O3850QDCARQ1
电压监控器	不适用	1 个适用于 1.2V 和 3.3V 电源轨且具有超高精度的汽车多通道窗口监控器	TPS37042A3OFDDFRQ1
以太网	3 个具有 RJ45 连接器的工业以太网 PHY	1 个具有 RJ45 连接器的工业以太网 PHY	DP83826ERHBT
		2 个具有 MATEnet 连接器的汽车类以太网 PHY	DP83TG720SWRHARQ1

此 EVM 采用专为安全相关应用设计的 PMIC 以及独立的汽车级电压监控器，支持符合 ISO26262 ASIL-D 标准的集成电源和安全监控。

本用户指南中介绍的控制卡具有 E1 和 E2 版本。控制卡的 E1 版本需要修改硬件才能正确使用。节 5.2 中介绍了 E1 设计硬件修改。E2 设计文件可作为使用 AM263x 正确实现 PMIC 的参考。有关 TMDSCNCD263-PMIC 的 E1 和 E2 版本的设计文件，请参阅节 4。

1.2 套件内容

Sitara AM263x 控制卡开发套件包含以下物品：

- AM263x Sitara 系列控制卡开发板
- Type-A 转 Micro-B USB 电缆 (长度为 1 米)
- USB Type-C 电缆 (长度为 1 米)

备注

IO 电缆的最大长度不应超过 3 米。

不包括：

- HSEC 180 引脚基板集线站
- 支柱
- USB Type-C 5V/3A 交流/直流电源和电缆

1.3 规格

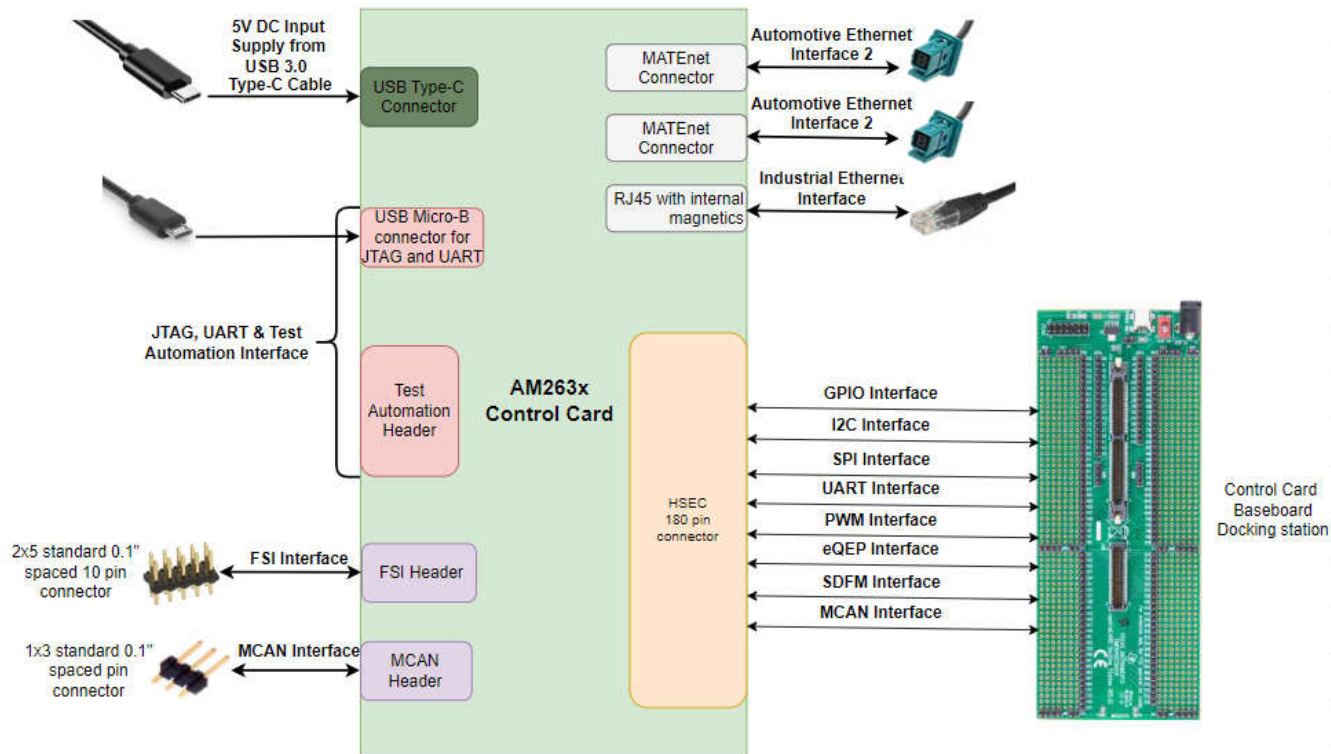


图 1-1. 系统架构

1.4 器件信息

AM263x Sitara™ Arm® 微控制器旨在满足下一代工业和汽车嵌入式产品复杂的实时处理需求。AM263x MCU 系列包含多个具有多达四个 400MHz Arm® Cortex®-R5F 内核的引脚对引脚兼容器件。可选择将 Arm® R5F 子系统编程为在锁步或双核模式下运行，从而实现多种功能安全配置。工业通信子系统 (PRU-ICSS) 支持集成工业以太网通信协议 (例如 PROFINET®、TSN、Ethernet/IP®、EtherCAT® 以及多个其他协议)、标准以太网连接和自定义 I/O 接口。该系列面向使用高级模拟感应和数字驱动模块的未来电机控制和数字电源应用而设计。

多个 R5F 内核排列成具有 256KB 共享紧耦合存储器 (TCM) 和 2MB 共享 SRAM 的集群子系统，显著降低了对外部存储器的需求。片上存储器、外设和互联中包含广泛的 ECC，增强了可靠性。由硬件安全管理器 (HSM) 管理的粒度防火墙支持开发人员满足严格的安全敏感型系统设计的要求。AM263x 器件还提供加解密加速和安全启动功能。

有关 AM263x 的更多信息，请参阅数据表：[AM263x Sitara™ 微控制器数据表](#) 或技术参考手册：[AM263x Sitara™ 微控制器技术参考手册](#)。

1.5 HSEC 180 引脚控制卡集线站

[TMDSHSECDOCK 180 引脚集线站](#) 可从德州仪器 (TI) 购买。该集线站是支持快速原型设计的基板。集线站上有一个电源开关，可决定控制卡的电源是由 5V 连接器还是 USB 连接器供电。

备注

集线站电源开关必须切换到 EXT-ON 侧，才能满足 AM263x 控制卡的电源要求。EXT-ON 表示电源来自控制卡底座的桶形连接器。mini-USB (USB-ON) 连接器不满足 AM263x 控制卡的电源要求。

AM263x 控制卡有一个电源多路复用器 (TPS2121RUXT)，只要 Type-C 连接提供的电压等于或大于 HSEC 集线站提供的电压，就会从 Type-C 连接供电。因此，如果存在 Type-C 连接，同时控制卡还连接到供电 HSEC 集线站，那么电源多路复用器就会将 Type-C 提供的电压传递到控制卡的 VMAIN。如果没有 Type-C 连接，并且电压通过 HSEC 集线站提供，那么电源多路复用器就会将该电压传递到控制卡的 VMAIN。

有关集线站的更多信息，请参阅 [180 引脚集线站信息指南](#)。

1.6 安全性

AM263x 控制卡具有高安全性 - 现场安全 (HS-FS) 器件。HS-FS 器件能够使用一次性编程将器件从 HS-FS 型转换为高安全性 - 强制安全 (HS-SE) 型。

AM263x 器件在离开 TI 工厂时处于 HS-FS 状态，在这种状态下，客户密钥未进行编程且具有以下属性：

- 不强制执行安全启动过程
- M4 JTAG 端口已关闭
- R5 JTAG 端口已打开
- 安全子系统防火墙已关闭
- SoC 防火墙已打开
- ROM 引导需要 TI 签名的二进制文件 (加密是可选的)
- TIFS-MCU 二进制文件由 TI 私钥签名

一次性可编程 (OTP) Keywriter 可将安全器件从 HS-FS 型转换为 HS-SE 型。OTP Keywriter 会将客户密钥编程到器件电子保险丝中，以强制安全启动并建立信任根。安全启动需要使用客户密钥对映像进行加密 (可选) 和签名，这由 SoC 进行验证。处于 HS-SE 状态的安全器件具有以下属性：

- M4、R5 JTAG 端口都已关闭
- 安全子系统和 SoC 防火墙均已关闭
- TIFS-MCU 和 SBL 需要使用有效的客户密钥进行签名

2 硬件

2.1 功能方框图

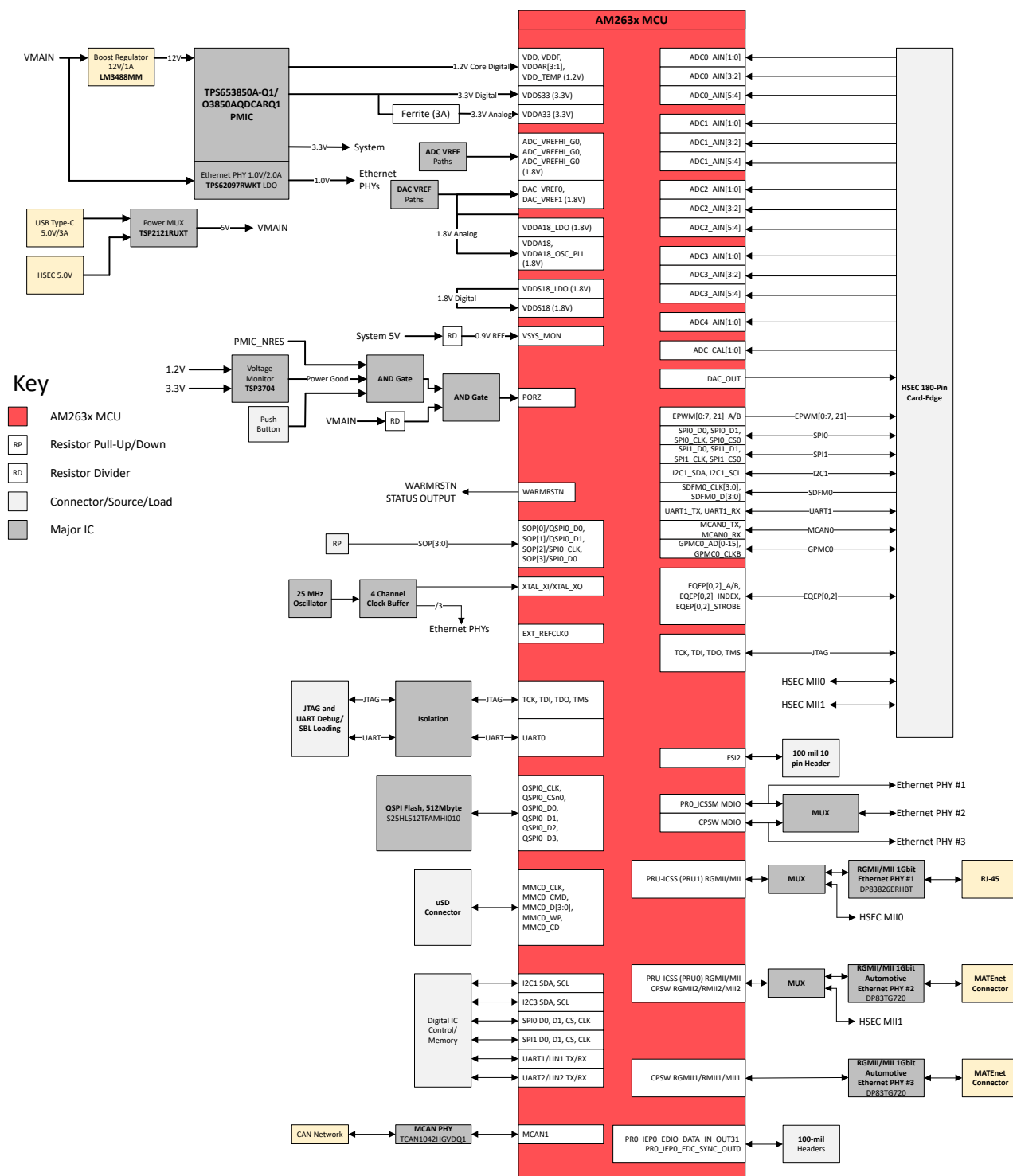


图 2-1. AM263x 控制卡方框图

2.2 组件标识

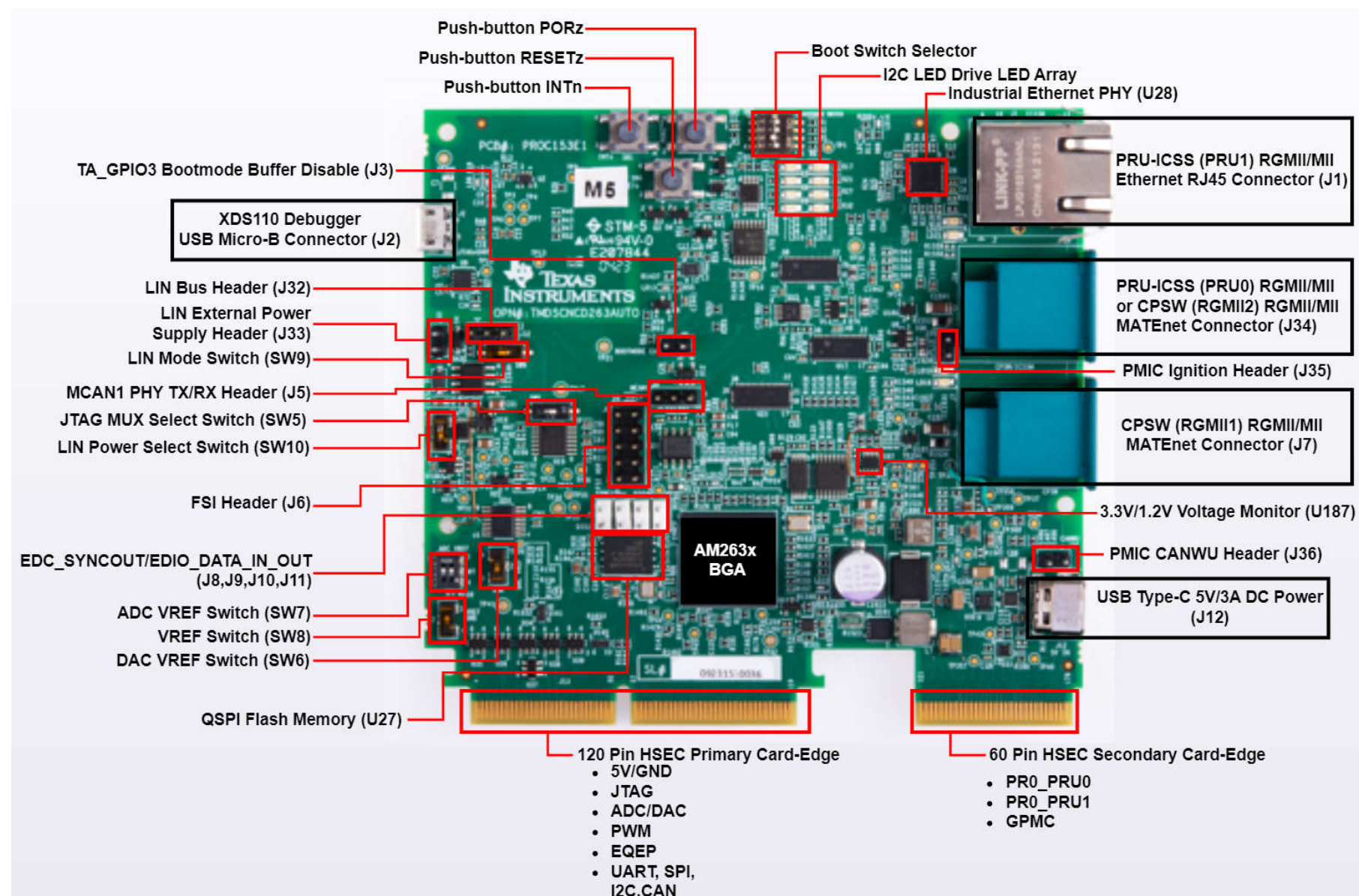


图 2-2. 组件标识 - 正面

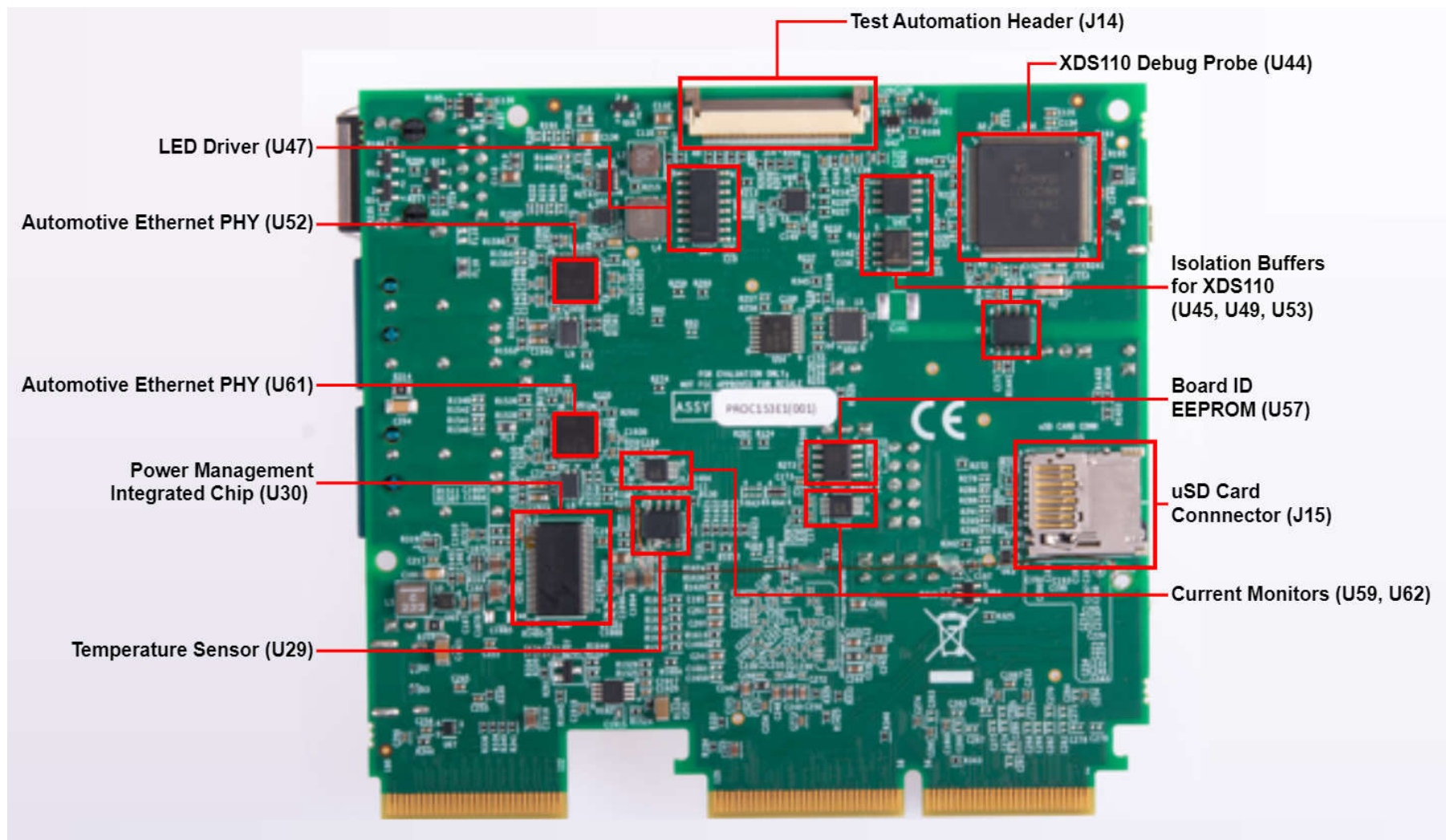


图 2-3. 组件标识 - 背面

2.3 电源要求

AM263x 控制卡由 5V、3A USB Type-C 输入供电，或由集线站提供的 5V、3A HSEC 连接供电。以下各节介绍了为 AM263x 控制卡供电的配电网络拓扑，以及支持元件和基准电压。

与 AM263x 控制卡兼容的电源解决方案：

- 使用 USB Type-C 输入时：
 - 具有 USB-C 插座的 5V、3A 电源适配器
 - 具有固定 USB-C 电缆的 5V、3A 电源适配器
 - 具有电力输送分类的 PC USB Type-C 端口
 - Thunderbolt
 - USB 标识后面的电池

	USB 2.0 High Speeds 480 MBit/s	USB 3.0 (USB 3.1 Gen 1) Super Speed 5 GBit/s	USB 3.1 Gen 2 Super Speed Plus 10 GBit/s
Does NOT support Power Delivery			
Does support Power Delivery			
Thunderbolt			
Does support Power Delivery			

图 2-4. USB Type-C 电力输送分级

- 使用 HSEC 直流筒形插孔电源输入时：
 - 功率至少为 15W 的电源适配器

与 AM263x 控制卡不兼容的电源解决方案：

- 使用 USB Type-C 输入时：
 - 任何 USB 适配器电缆，例如：
 - Type-A 转 Type-C
 - micro-B 转 type-C
 - 直流桶形插孔转 Type-C
 - 具有 USB-C 固定电缆或插座的 5V、1.5A 电源适配器
 - PC USB Type-C 端口无法提供 3A 电流

2.3.1 使用 USB Type-C 连接器的电源输入

AM263x 控制卡可通过 USB Type-C 连接供电。USB Type-C 电源能够在 5V 时提供 3A 电流，而且能通过 CC1 和 CC2 信号广播拉电流能力。在此 EVM 上，USB Type-C 连接器的 CC1 和 CC2 与端口控制器 IC

(TUSB320LAIRWBR) 相连。此器件使用 CC 引脚来确定端口连接/分离、电缆方向、角色检测以及 Type-C 电流模式的端口控制。CC 逻辑根据检测到的角色来确定 Type-C 电流模式为默认模式、中等模式还是高级模式。

端口引脚通过电阻下拉至接地，以将 IC 配置为向上面向端口 (UFP) 模式。在上行端口 (UFP) 模式下，通过实施 VBUS 检测来确定是否连接成功。OUT1 和 OUT2 引脚连接到或非门。OUT1 和 OUT2 引脚上的低电平有效表明在连接状态下存在高电流 (3A)，使负载开关 (TPS22965DSGT) 提供 VBUS_MAIN 电源，该电源为其他稳压器供电，从而为器件生成电源轨。

在 UFP 模式下，该端口控制器 IC 在两个 CC 引脚上始终存在下拉电阻器。该端口控制器 IC 还会监控 CC 引脚上与由所连下行端口 DFP (DFP) 表明的 Type-C 模式电流相对应的电压电平。该端口控制器 IC 会去除 CC 引脚的抖动，并等待 VBUS 检测后成功连接。作为 UFP，该端口控制器器件通过 OUT1 和 OUT2 GPIO 检测并将 DFP 广播的电流电平通信到系统中。

AM263x 控制卡的电源要求为 5V、3A。如果电源无法提供所需功率，或非门的输出会变为低电平，从而禁用 VBUS_MAIN 电源开关。因此，如果不满足电源要求，除 VSYS_TA_3V3 以外的所有电源都将保持关闭状态。只有电源能够提供 5V、3A，此电路板才能完全通电。

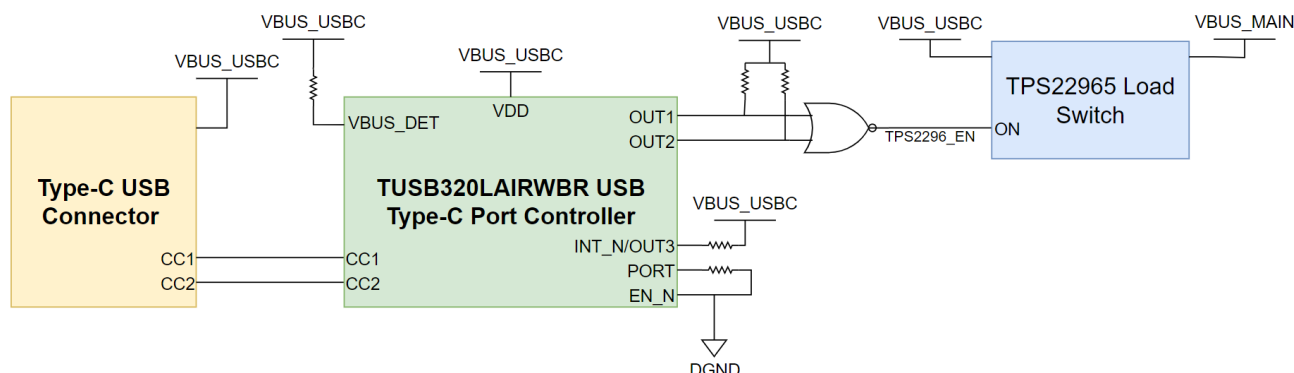


图 2-5. Type-C CC 配置

表 2-1. USB Type C 电缆的拉电流能力和状态

OUT1	OUT2	广播
高电平	高电平	未连接状态下的默认电流
高电平	低电平	连接状态下的默认电流
低电平	高电平	连接状态下的中等电流 (1.5A)
低电平	低电平	连接状态下的高电流 (3.0A)

AM263x 控制卡包含一个针对每个电源轨采用电源管理集成芯片 (PMIC) 的电源。在电源的初始阶段，由 Type-C USB 连接器提供的 5V 电压用于生成 PMIC 所需的所有必要电压，随后通过 PMIC LDO 输出生成电路板的其余部分所需的必要电压。有关 PMIC 的更多信息，请参阅节 2.3.5。

2.3.2 电源状态 LED

板上提供了多个电源指示 LED，用于向用户指示主要电源的输出状态。LED 指示了各个域的电源情况,如下表所示。

表 2-2. 电源状态 LED

名称	默认状态	操作	功能
LD16	熄灭	SAFETY_ERROR	电压的电源错误指示 - VUSB_5V0
LD17	ON	VMAIN_12V0	电源电压指示器 - VMAIN_12V0
LD15	亮起	VSYS_3V3A	电源电压指示器 - VSYS_3V3A
LD14	亮起	VSYS_1V2_PG	电源电压指示器 - VSYS_1V2_PG
LD1	亮起	VSYS_TA_3V3	电压的电源指示器 - VSYS_TA_3V3
LD6	熄灭	XDS110_PROG_STA22	配置 XDS 后 LED 会亮起
LD7	熄灭	XDS110_PROG_STA21	

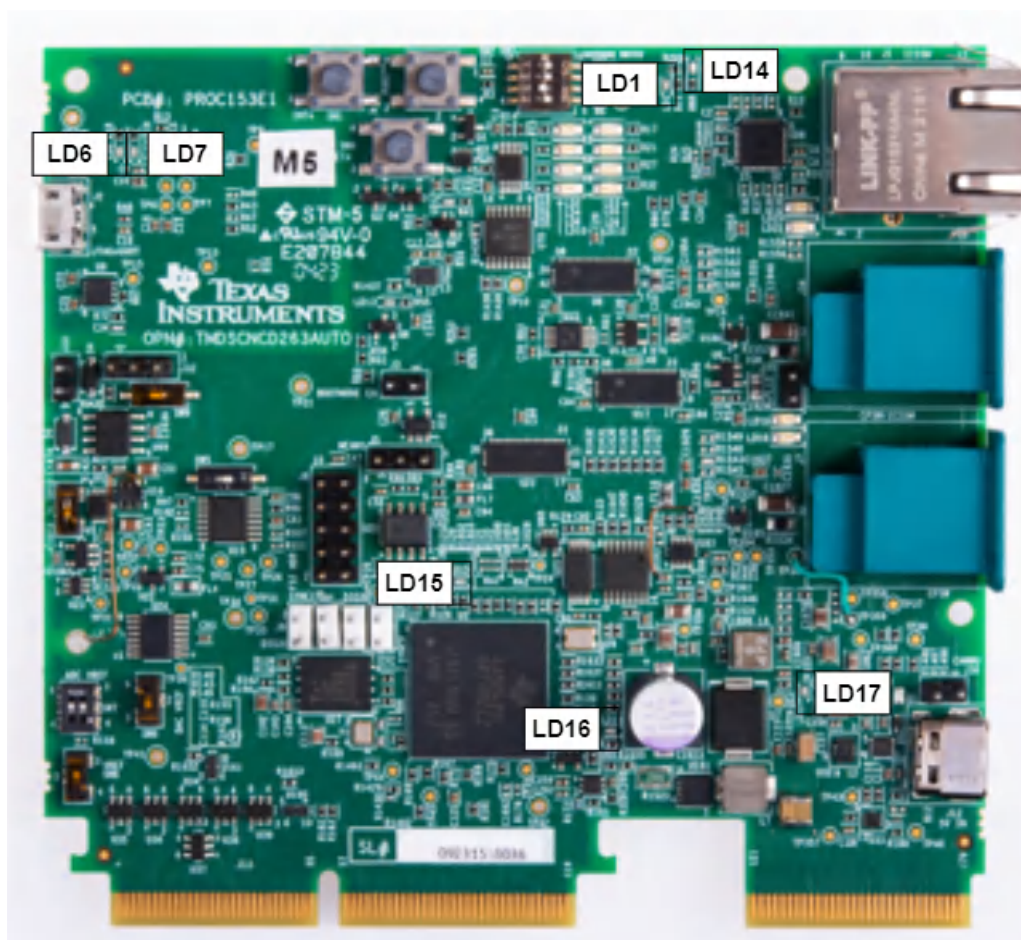
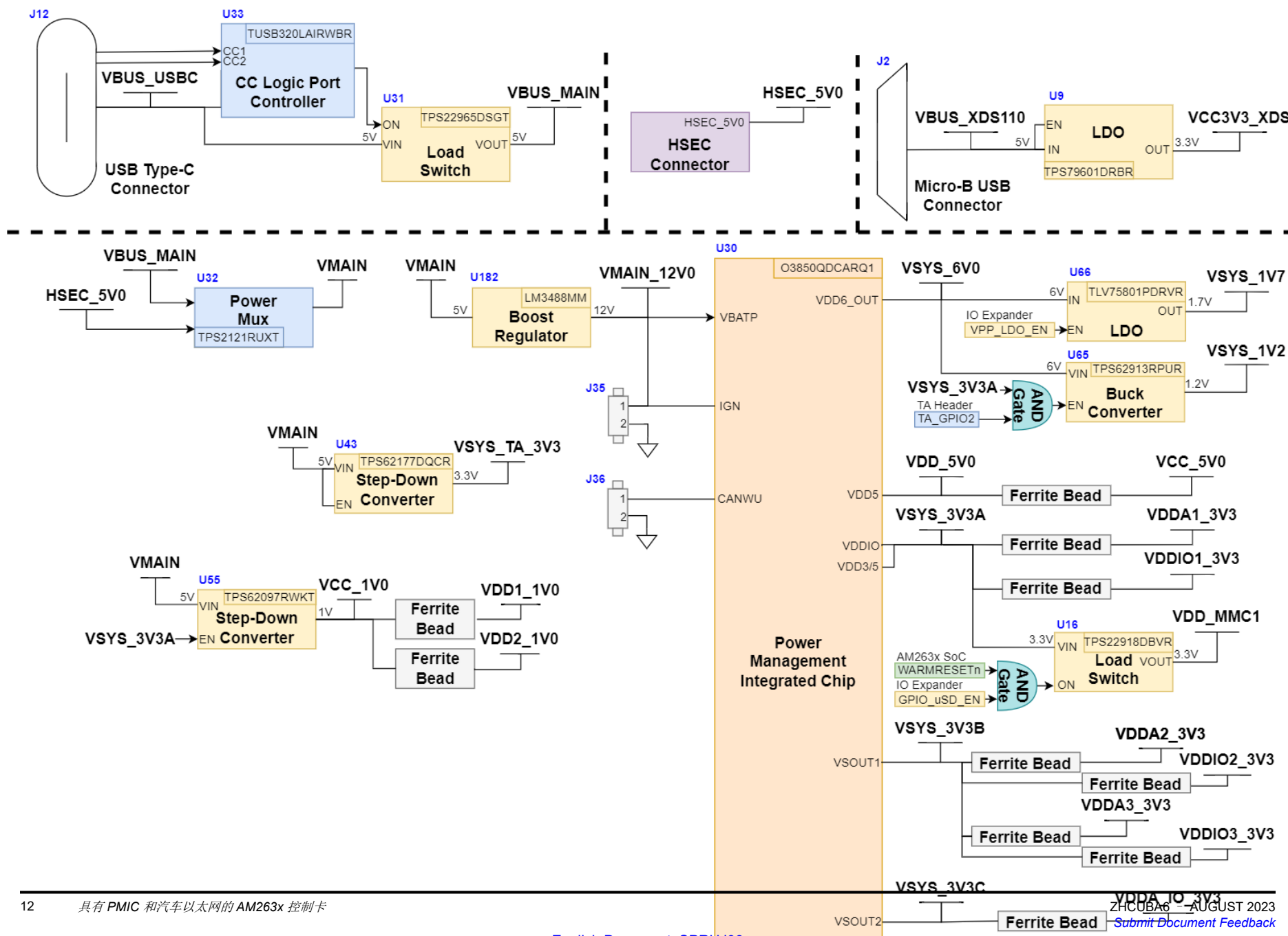


图 2-6. 电源状态 LED

2.3.3 电源树



2.3.4 电源序列

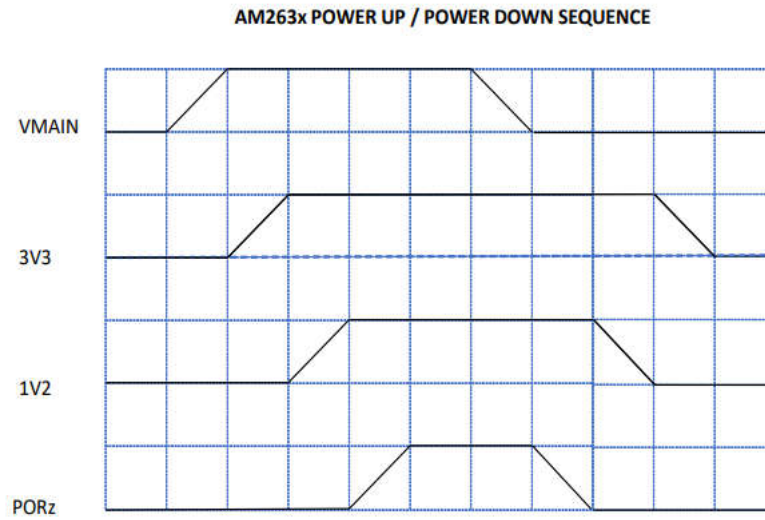


图 2-8. 电源序列图

2.3.5 PMIC

TMDSCNCD263-PMIC 在安全相关应用中为微控制器使用多轨电源 (TPS3850QDCARQ1)。该 PMIC 集成多个电源轨，用于为 MCU、CAN 以及其他板载外设供电。

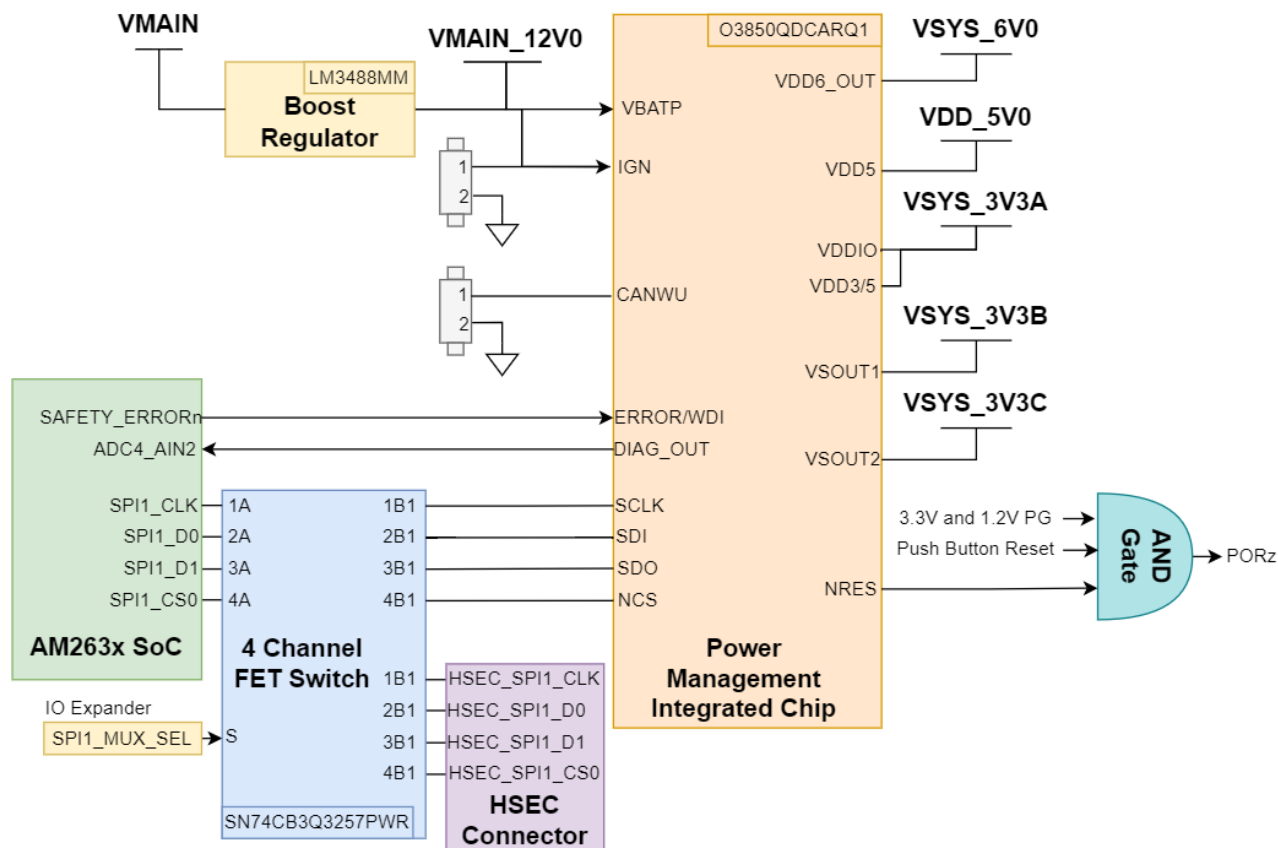


图 2-9. PMIC

备注

VSOUT1 和 VSOUT2 默认不上电，需要写入 SPI 才能启用相关电源轨。

该 PMIC 支持通过点火信号 (IGN) 或者 CAN 收发器 (CAN_WU) 唤醒。

该 PMIC 内部有一个独立的电压监测单元，可监测所有内部电源轨以及电池电源稳压器输出的欠压和过压情况。所有电源均具有限流和过热预警及关断保护。

有关 PMIC 和功能的更多信息，请参阅 [PMIC 数据表](#)。

2.4 复位

图 2-10 显示了 AM263x 控制卡的复位架构。

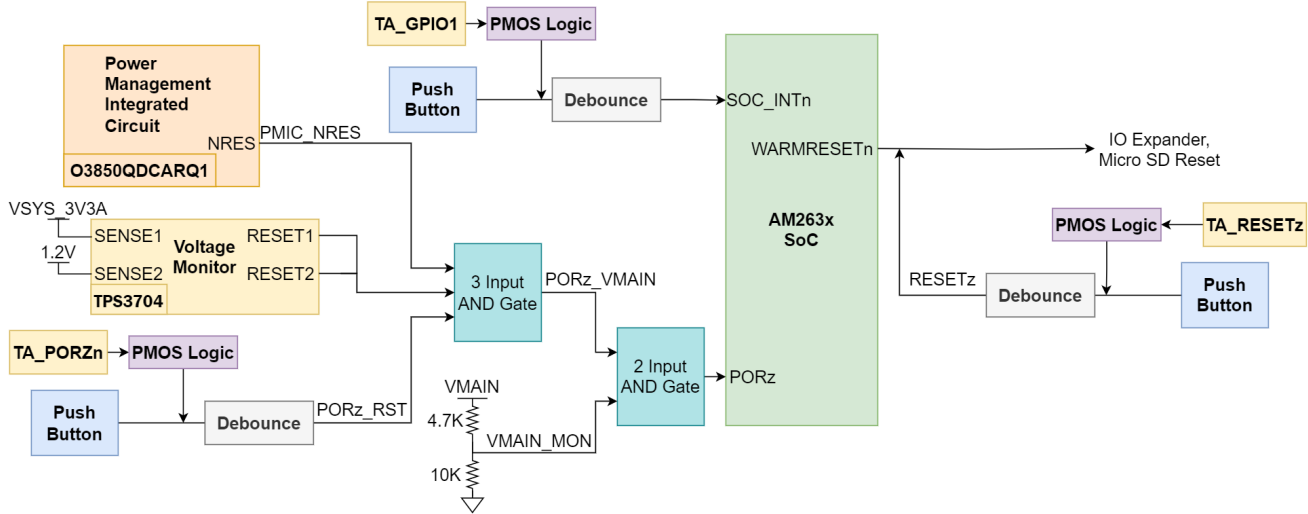


图 2-10. 复位架构

AM263x SoC 可进行以下复位：

- PORz 是主域的上电复位。
- WARMRESETn 是主域的热复位。

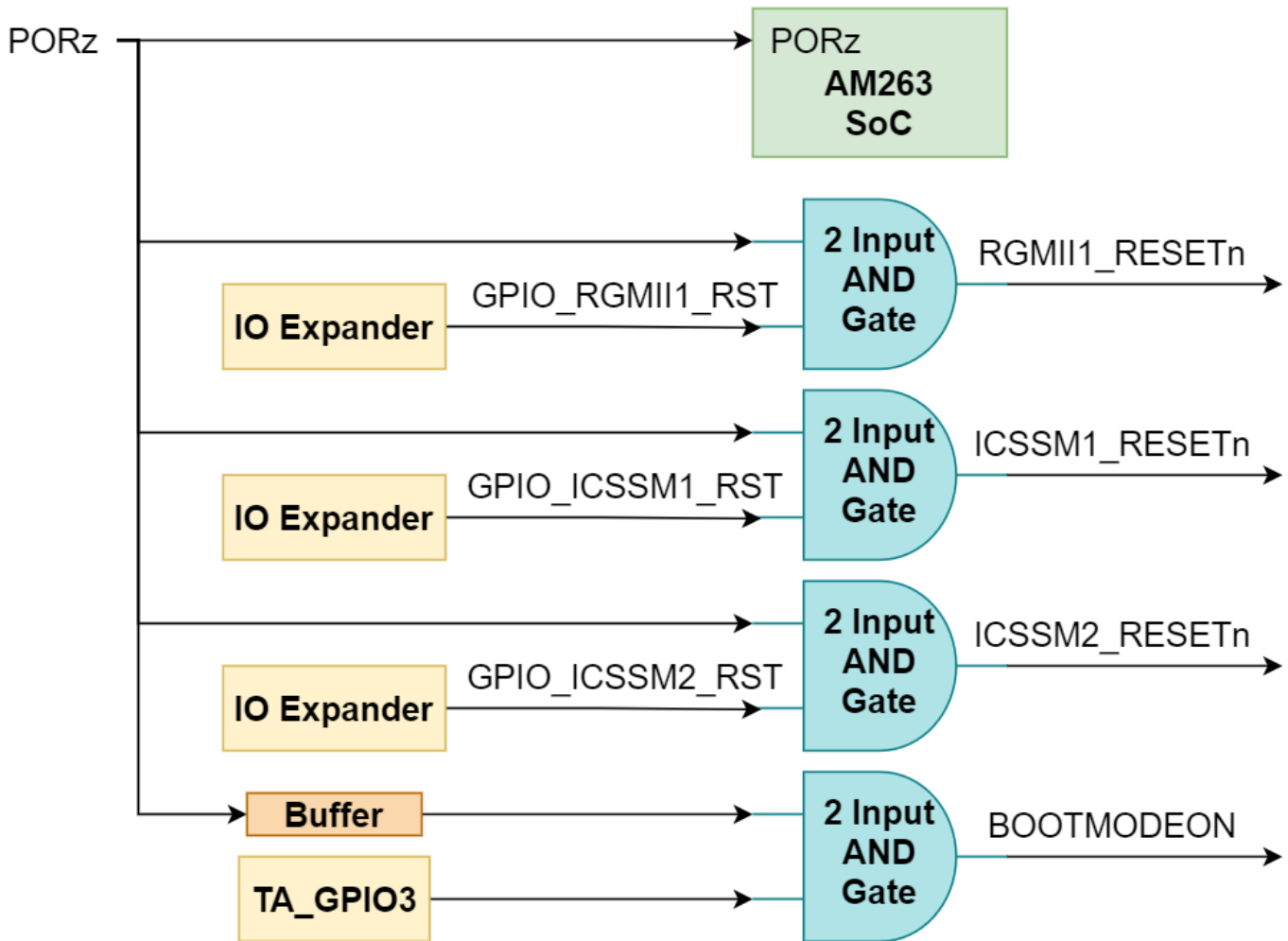


图 2-11. PORz 复位信号树

PORz 信号由 3 路输入与门驱动，后者会在以下情况下生成主域上电复位：

- PMIC 将 NRES、MCU 复位输出信号驱动为低电平。
- 当 VSYS_3V3A 或 VSYS_1V2 分别超出定义的边界时，电压监测器 (TPS37042A3OFDDFRQ1) 会驱动 RESET1 或 RESET2。对于 VSYS_3V3A，当 SENSE1 高于或低于 3.3V (包括器件精度) 的 8% 时，RESET1 会被置为有效。对于 VSYS_1V2，当 SENSE2 高于或低于 1.2V (包括器件精度) 的 5% 时，RESET2 会被置为有效。
- 按下用户按钮 (SW2) 时。
- 测试自动化接头输出逻辑低电平信号 (TA_PORZn) 到 P 沟道 MOSFET 栅极，导致 PMOS 的 V_{GS} 小于零，因此 PORz 信号会连接到直接与接地连接的 PMOS 漏极。

PORz 信号连接到：

- AM263x SoC PORz 输入
- RGMII1 以太网 PHY 复位
- ICSSM1 千兆位以太网 PHY 复位
- ICSSM2 工业以太网 PHY 复位
- BOOTMODE 缓冲器输出启用

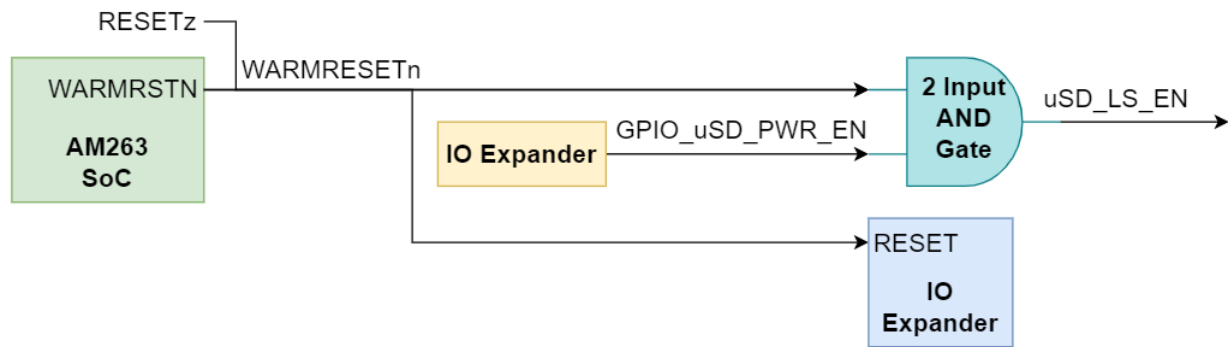


图 2-12. WARMRESETn 复位信号树

WARMRESETn 信号会在以下情况下生成主域热复位：

- 按下用户按钮 (SW4) 时。
- 测试自动化接头输出逻辑低电平信号 (TA_RESETz) 到 P 沟道 MOSFET 栅极，导致 PMOS 的 V_{GS} 小于零，因此 RESETz 信号会连接到直接与接地连接的 PMOS 漏极。

WARMRESETn 信号连接到：

- AM263x SoC WARMRESETN 输出
- 通过按钮生成的 RESETz 信号 + PMOS 逻辑
- IO 扩展器复位
- Micro SD 复位

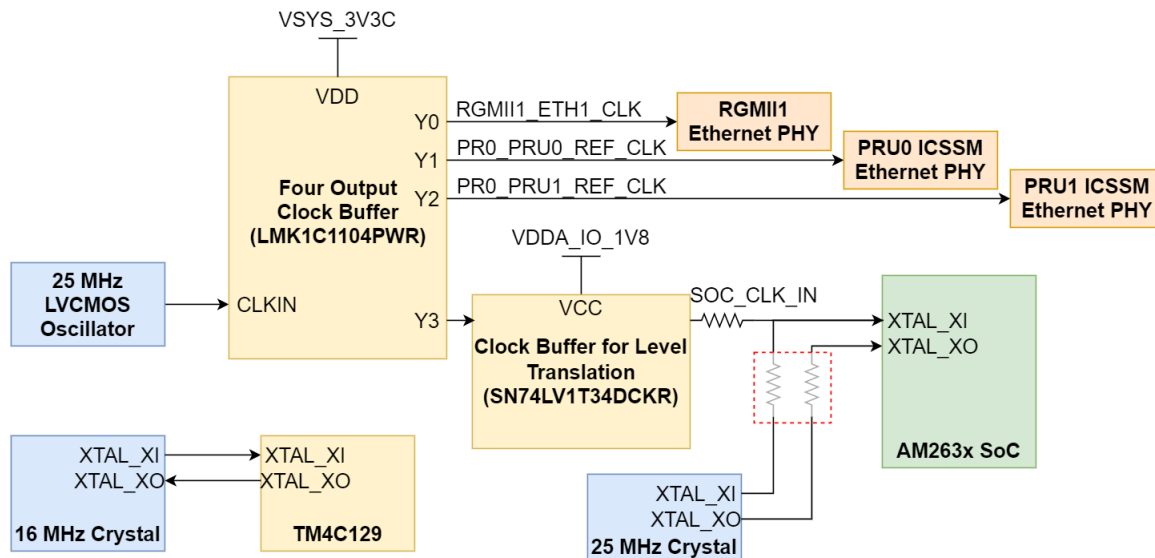
AM263x 控制卡还具有 SoC 的外部中断 INTn，以下情况下会出现该中断：

- 按下用户按钮 (SW1) 时。
- 测试自动化接头输出逻辑低电平信号 (TA_GPIO1) 到 P 沟道 MOSFET 栅极，导致 PMOS 的 V_{GS} 小于零，因此 INTn 信号会连接到直接与接地连接的 PMOS 漏极。

2.5 时钟

AM263x SoC 需要 XTAL_XI 具有 25MHz 的时钟输入。SoC 和三个以太网 PHY 的所有参考时钟都是由单个四路输出时钟缓冲器 (LMK1C1104PWR) 生成的，默认源自单个 25MHz LVCMOS 振荡器。时钟缓冲器用于将电平从 3.3V 转换到 1.8V。

控制卡还需要 TM4C129 微控制器具有 16MHz 时钟源，以支持 UART-USB JTAG。



另外，SoC 时钟输入也可源自单个 25MHz 晶体。要使用晶体，必须安装和拆除电阻器，如表 2-3 所示。如果使用晶体作为 SoC 时钟源，则 AM263x CLKOUT0 信号用于为以太网 PHY 参考时钟信号提供四路输出时钟缓冲器。

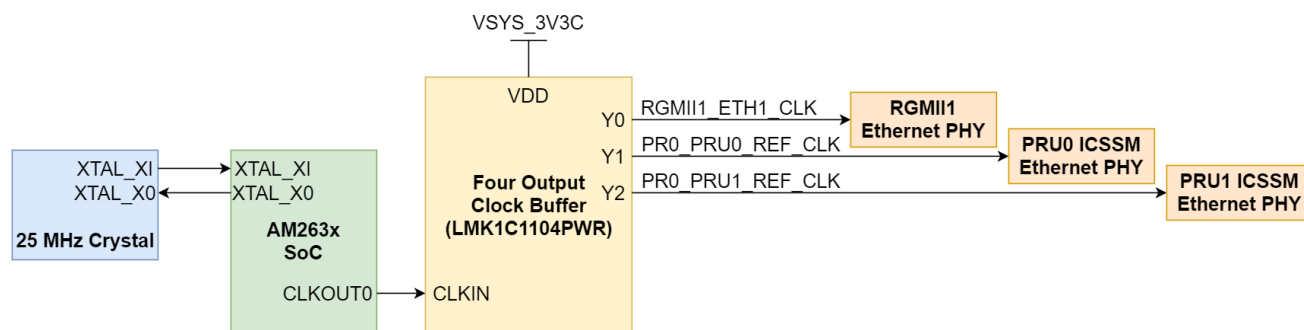


图 2-13. 晶体时钟树

下表展示了对于每种时钟源配置需要安装和不需要安装的电容器。

表 2-3. 时钟源

时钟源	安装	DNI
25MHz LVCMOS 振荡器 (默认)	R161、R135	R158、R155、R134
25MHz 晶体	R158、R155、R134	R161、R135

2.6 引导模式选择

AM263x 的引导模式由 DIP 开关 (SW3) 或测试自动化接头选择。当切换 PORz 时，测试自动化接头使用 I2C IO 扩展缓冲器驱动引导模式。受支持的引导模式如受支持的引导模式中所示。

表 2-4. 受支持的引导模式

引导模式/外设	引导介质/主机	注释
QSPI (4S) - 四路读取模式	QSPI 闪存	在四路读取模式下从 QSPI 闪存下载并引导 SBL。先尝试初级 SBL，如果初级 SBL 加载失败，则接着尝试次级 SBL。
UART	外部主机	从 UART 下载并引导 SBL。器件预期从 UART 获得 SBL。器件支持 XMODEM 协议以便通过 UART 进行下载。
QSPI (1S) - 单路读取模式	QSPI 闪存	在单路读取模式下从 QSPI 闪存下载并引导 SBL。先尝试初级 SBL，如果初级 SBL 加载失败，则接着尝试次级 SBL。
QSPI (4S) - 四路读取 UART 回退模式	QSPI 闪存/外部主机	在四路读取模式下从 QSPI 闪存下载并引导 SBL。先尝试初级 SBL，如果初级 SBL 加载失败，则接着尝试次级 SBL。如果次级 SBL 也失败，则通过 UART 接口从外部主机引导。
QSPI (1S) - 单路读取 UART 回退模式	QSPI 闪存/外部主机	在单路读取模式下从 QSPI 闪存下载并引导 SBL。先尝试初级 SBL，如果初级 SBL 加载失败，则接着尝试次级 SBL。如果次级 SBL 也失败，则通过 UART 接口从外部主机引导。
DevBoot	不适用	无 SBL。仅用于开发目的。

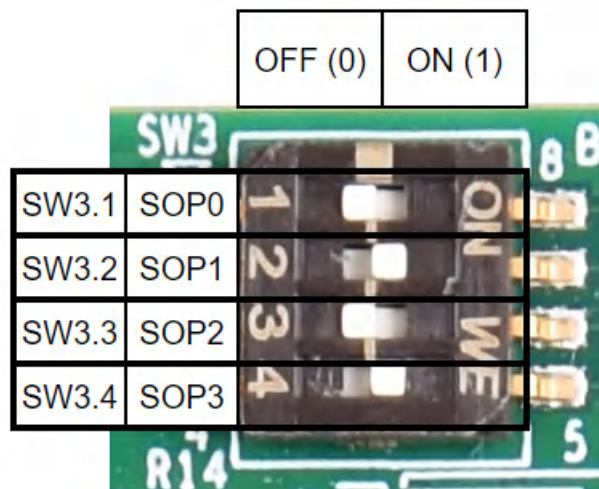


图 2-14. SW3 开关位置

表 2-5. 引导模式选择表

启动模式	SPI0_D0_pad (SOP3)	SPI0_CLK_pad (SOP2)	QSPI_D1 (SOP1)	QSPI_D0 (SOP0)
QSPI (4S) - 四路读取模式	0	0	0	0
UART	0	0	0	1
QSPI (1S) - 单路读取模式	0	0	1	0
QSPI (4S) - 四路读取 UART 回退模式	0	1	0	0
QSPI (1S) - 单路读取 UART 回退模式	0	1	0	1
DevBoot	1	0	1	1
不受支持的引导模式	上文未定义的所有其他组合			

2.7 JTAG 路径选择

AM263x 控制卡允许 JTAG 通过板载 XDS110 连接到 SoC,或通过 HSEC 集线站连接到外部仿真器。使用开关 (SW5) 驱动多路复用器 (U19) 进行线路选择，以确定 SoC 的 JTAG 路径。节 2.12.9 提供了有关 JTAG 路径的更多详细信息。

2.8 接头信息

此版本的 AM263x 控制卡具有 11 个不同的接头。有关每个接头的位置，请参阅节 2.2。下面详细介绍了每个接头引脚的信号详细信息。

- 测试自动化引导模式控制接头
 - 有关测试自动化接头的更多信息，请参阅节 2.12.10

表 2-6. 测试自动化接头

标识符	引脚 1	引脚 2
J3	TA_GPIO3	DGND

- MCAN 接头
 - 有关 MCAN 接口的更多信息，请参阅节 2.12.7

表 2-7. MCAN 接头

标识符	引脚 1	引脚 2	引脚 3
J5	MCAN1_CAN_H	DGND	MCAN1_CAN_L

- FSI 接头
 - 有关 FSI 接口的更多信息，请参阅节 2.12.8

表 2-8. FSI 接头

标识符	引脚 1	引脚 2	引脚 3	引脚 4	引脚 5	引脚 6	引脚 7	引脚 8	引脚 9	管脚 10
J6	FSIRX2_CLK	FSITX2_CLK	DGND	DGND	FSIRX2_DATA0	FSITX2_DATA0	FSIRX2_DATA1	FSITX2_DATA1	DGND	VSYS_3V3A

- PRU-ICSS IEP 接头
 - 有关 PRU-ICSS 的更多信息，请参阅节 2.12.2.2

表 2-9. PRU-ICSS IEP 接头

标识符	引脚 1	引脚 2
J8	PR0_IEP0_EDIO_DATA_IN_OUT_31	DGND
J9	PR0_IEP0_EDC_SYNC_OUT1	DGND
J10	PR0_IEP0_EDIO_DATA_IN_OUT_30	DGND
J11	PR0_IEP0_EDC_SYNC_OUT0	DGND

- LIN 接头
 - 有关 LIN 接口的更多信息，请参阅节 2.12.11

表 2-10. LIN 接头

标识符	引脚 1	引脚 2	引脚 3
J32	VLIN	LIN	DGND
J33	VBAT_LIN	DGND	不适用

- PMIC 接头
 - 有关 PMIC 的更多信息，请参阅节 2.3.5

表 2-11. PMIC 接头

标识符	引脚 1	引脚 2
J35	IGNITION	DGND
J36	CANWU	DGND

2.9 GPIO 映射

表 2-12. GPIO 映射表

SI 编号	GPIO 说明	GPIO	引脚名称	功能	网络名称	活跃状态
1	SoC 中断	GPIO21	LIN2_RXD	中断	SOC_INTn	低电平
2	DP83826E 中断	GPIO66	EPWM12_A	中断	ICSSM2_PWDN/INTn	低电平
3	DP83TG720_01 中断	GPIO67	EPWM11_B	中断	RGMII1_INT	LOW
4	DP83TG720_02 中断	GPIO68	EPWM12_B	中断	ICSSM1_INT	低电平
5	用户定义的 LED	GPIO20	LIN2_TXD	通用输入/输出 (GPIO)	USER_LED0	可选
6	PMIC DIAG 输出至 SoC	GPIO1	QSPI0_CSn1	通用输入/输出 (GPIO)	PMIC_DIAG_OUT	低电平
IO 扩展器 01						
7	CAN 收发器的待机输入		P00	通用输入/输出 (GPIO)	MCAN1_STB	高
8	启用对时钟缓冲器使能控制		P01	启用	CLK_BUF_EN	高
9	为 ICSSM 多路复用器 1 选择线路		P02	多路复用器选择	ICSSM1_MUX_SEL	可选
10	为 ICSSM 多路复用器 2 选择线路		P03	多路复用器选择	ICSSM2_MUX_SEL	可选
11	DP83869_01 复位输入		P04	复位	GPIO_RGMII1_RST	低电平
12	DP83869_02 复位输入		P05	复位	GPIO_ICSSM1_RST	低电平
13	DP83826E 复位输入		P06	复位	GPIO_ICSSM2_RST	低电平
14	启用对 SD 负载开关使能控制		P07	负载开关启用	GPIO_uSD_PWR_EN	高电平
15	用户定义的 LED		P10	通用输入/输出 (GPIO)	USER_LED1	可选
16	为 I2C0 多路复用器选择线路		P11	多路复用器选择	I2C0_MUX_SEL	可选
17	SPI1 多路复用器的选择线路		P12	多路复用器选择	SPI1_MUX_SEL	可选
18	启用对 1.7V LDO 使能控制		P13	LDO 启用	VPP_LDO_EN	可选
19	MDIO/MDC 多路复用器的选择线路		P14	多路复用器选择	MDIO/MDC_MUX_SEL	可选
20	LIN/UART 多路复用器的选择线路		P15	多路复用器选择	LIN_MUX_SEL	可选
21	ADC 多路复用器的选择线路		P16	多路复用器选择	ADC1_MUX_SEL	可选
22	ADC 多路复用器的选择线路		P17	多路复用器选择	ADC2_MUX_SEL	可选

2.10 按钮

此控制卡支持多个用户按钮，用于向处理器提供复位输入和用户中断信号。

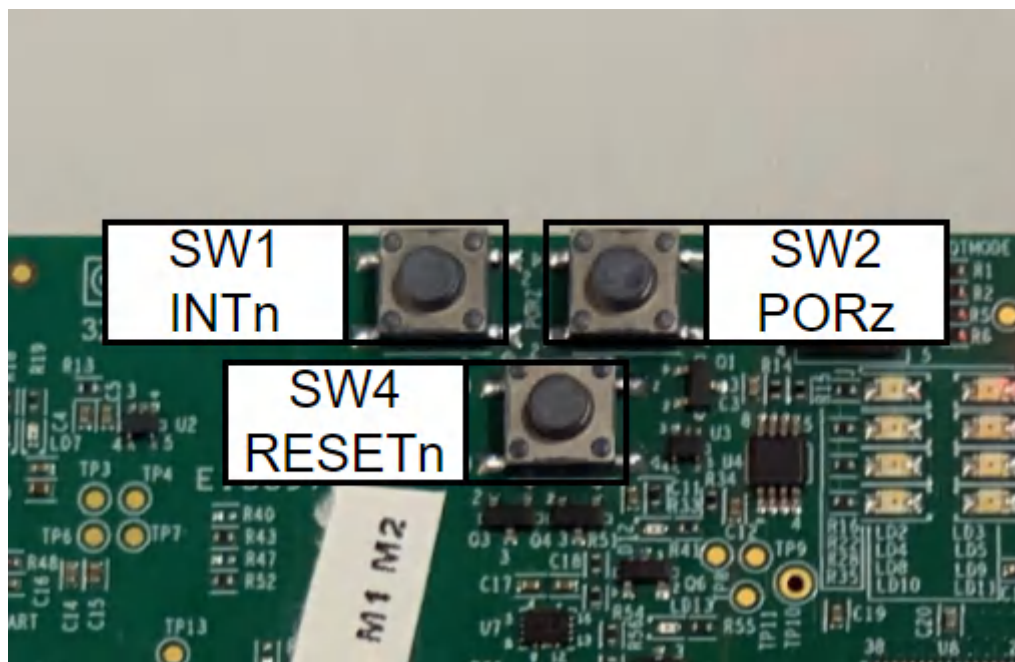


图 2-15. 按钮

[控制卡按钮](#) 列出了位于 AM263x 控制卡电路板顶层上的按钮。

表 2-13. 控制卡按钮

按钮	信号	功能
SW1	INTn	用户中断信号
SW2	PORz	SoC PORz 复位输入
SW4	RESETn	SoC 热复位输入

2.11 测试点

下表介绍了控制卡上可用的所有测试点。

表 2-14. 控制卡测试点

标识符	信号
TP1	VSYS_TA_3V3
TP2	VCC3V3_XDS
TP3	TM4C129_TCK
TP4	TM4C129_TMS
TP6	TM4C129_TDI
TP7	TM4C129_TDO
TP13	TM4C129_RST#
TP14	PRU-ICSS 以太网 PHY CLK_OUT2
TP15	VBUS_XDS110
TP20	RGMII1 以太网 PHY CLK_OUT1
TP22	VDD_MMC1
TP23	SOC_TDI
TP24	SOC_MMC0_CLK
TP25	SOC_TDO
TP26	SOC_TMS
TP27	SOC_TCK
TP29	WARMRESETn
TP31	MMC0_WP
TP32	PORz
TP33	被保留
TP35	VDD_IO_3V3
TP36	DGND
TP37	VCC_1V2
TP39	VSYS_1V2
TP40	SAFETY_ERRORn
TP41	DGND
TP42	VSYS_1V7
TP43	TUSB320 ID
TP44	VSYS_MON
TP45	被保留
TP353	PMIC_NRES
TP354	PMIC_DIAG_OUT
TP355	PMIC_ENDRV
TP356	PMIC_ERROR-WDI
TP357	VBUS_USBC
TP358	VDD_5V0
TP359	VSYS_3V3A
TP360	VSYS_6V0
TP361	VSYS_3V3B
TP362	VSYS_3V3C
TP363	VMAIN_12V0

2.12 接口

2.12.1 存储器接口

2.12.1.1 QSPI

AM263x 控制卡具有 128Mbit QSPI 存储器件 (S25FL128SAGNFI000)，该器件连接到 AM263x SoC 的 QSPI0 接口。QSPI 支持存储器速度高达 104MHz 的单一数据速率。QSPI 闪存由 3.3V IO 电源 (VSYS_3V3A) 供电。

备注

闪存存储器通常具有一个复位引脚。控制卡中使用的 WSON 封装没有复位引脚。

QSPI0_D0/D1 信号也用于 BOOTMODE 控制逻辑。值锁存后,使用 10K Ω 电阻器隔离 BOOTMODE 控制逻辑。

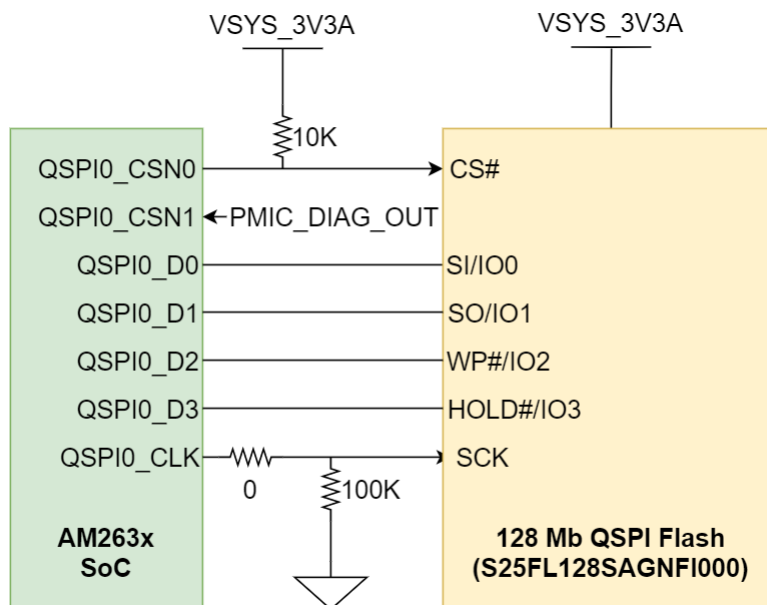


图 2-16. QSPI

2.12.1.2 电路板 ID EEPROM

AM263x 控制卡具有基于 I2C 的 1Mbit EEPROM (CAT23M01WI-GT3) 来存储电路板配置详情。电路板 ID EEPROM 通过 1:2 多路复用器 (SN74CB3Q3257PWR) 连接到 AM263x 的 I2C0 接口。通过将地址引脚 A1 和 A2 下拉至接地，将 EEPROM 的默认 I2C 地址设置为 0x50。EEPROM 的写保护引脚默认为下拉至接地，因此写保护被禁用。还可选择通过移除 10K Ω 下拉电阻 (R273) 并在 3.3V IO 电压电源上安装上拉电阻 (R268) 来启用写保护。

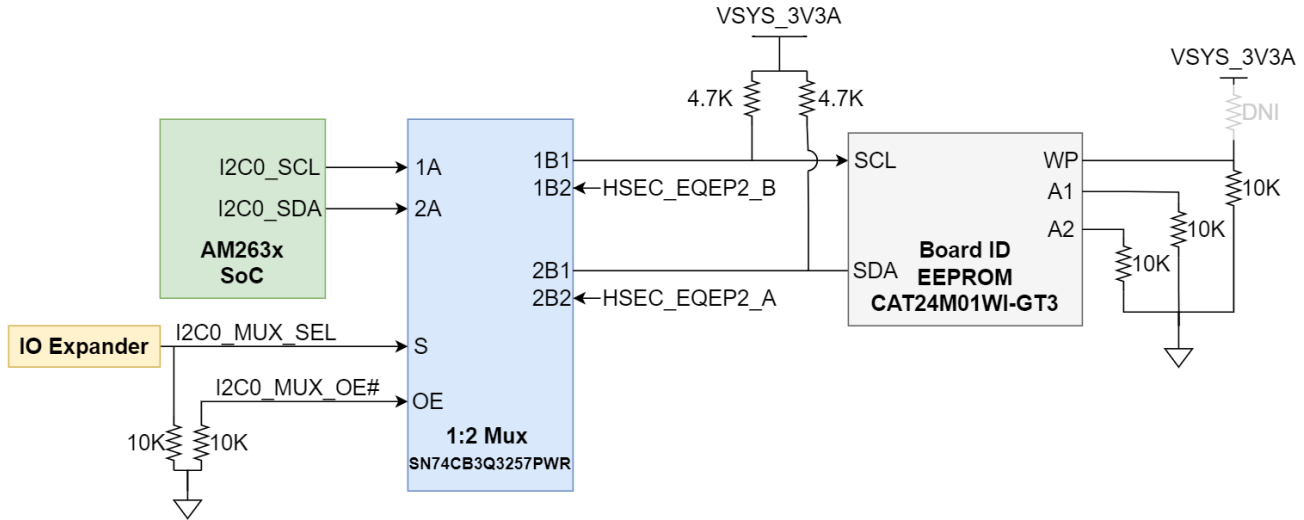


图 2-17. 电路板 ID EEPROM

GPIO 扩展器用于控制 1:2 多路复用器的选择信号 (I2C0_MUX_SEL)。

表 2-15. EEPROM 多路复用器表

选择	条件	多路复用器功能
高电平	选择 HSEC EQEP	A→B2 端口
低电平	选择 I2C0	A→B1 端口

2.12.2 以太网接口

2.12.2.1 RGMII

AM263x 控制卡使用一个 RGMII 信号端口连接到 48 引脚以太网 PHY (DP83TG730SWRHARQ1)。该 PHY 配置为广播 1Gb 操作。该 PHY 的以太网数据信号端接至 MATEnet 连接器。LED 用于指示链路状态和活动。

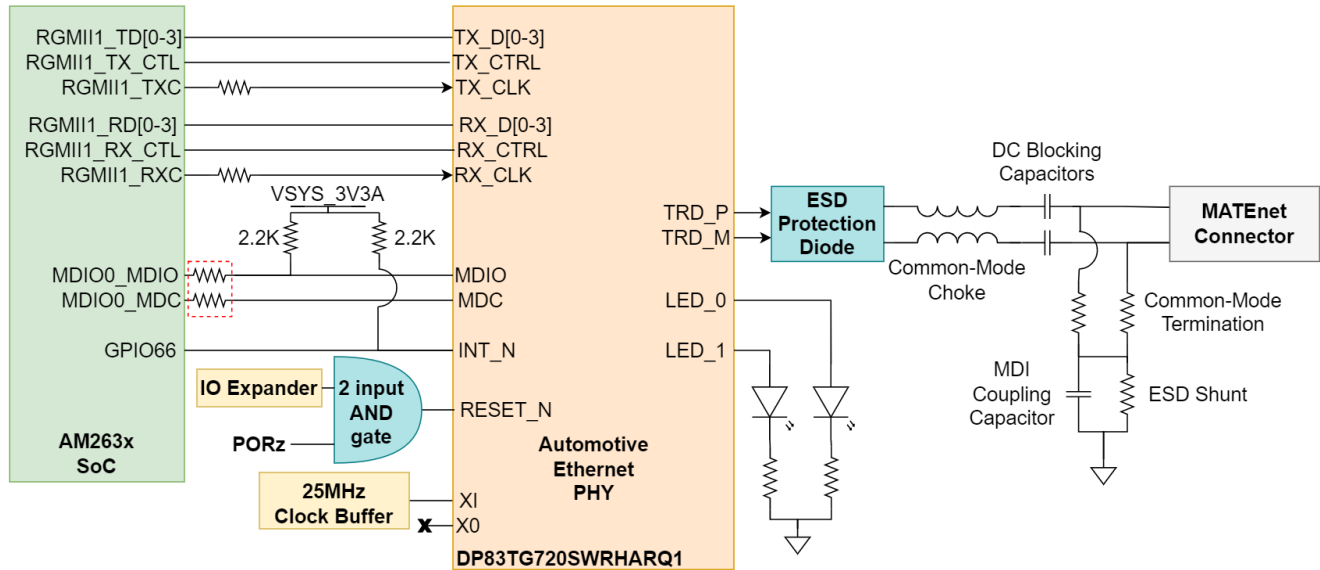


图 2-18. RGMII1 汽车以太网 PHY

该以太网 PHY 需要三个单独的电源。来自 PMIC 的 VSYS_3V3A 使用两个不同的铁氧体磁珠进行滤波，从而为以太网 PHY 的 VDDIO 和 VDDA 供电。还有一个专用 LDO，用于为以太网 PHY 提供 1.0V 电源。

位于 AM263x SoC 附近的发送和接收时钟信号上有串联端接电阻器。

从 SoC 到 PHY 的 MDIO 和中断信号需要将 2.2K Ω 上拉电阻器连接到 I/O 电源电压，才能正常工作。中断信号由 AM263x SoC 映射的 GPIO 信号驱动。

以太网 PHY 的复位信号由 2 路输入与门驱动。与门输入是由 IO 扩展器和 PORz 生成的 GPIO 信号。

以太网 PHY 使用很多功能引脚用作配置 (strap) 选项，以便将器件置于特定的运行模式。

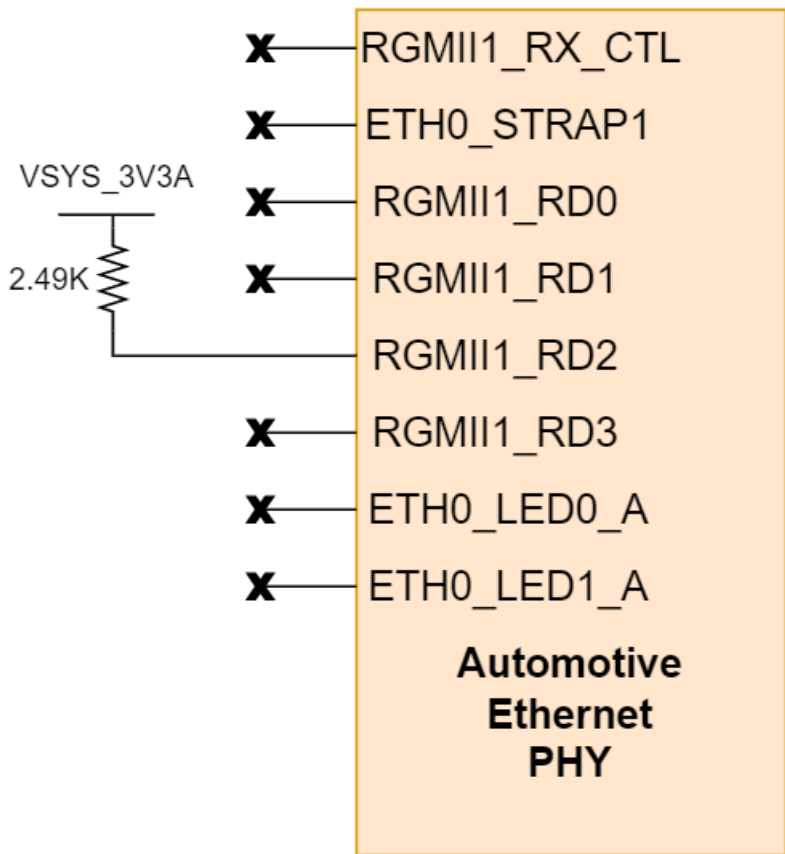


图 2-19. RGMII1 汽车以太网 PHY Strap 配置电阻器

备注

每个 Strap 配置都具有一个内部下拉电阻。

表 2-16. RGMII1 千兆位以太网 PHY 搭接电阻器

功能引脚	默认模式	CC 中的模式	功能
RX_D0	0	0	RGMII (对齐模式)
RX_D1	0	0	
RX_D2	0	1	
RX_CTRL	0	0	PHY 地址 : 0x0000
STRP_1	0	0	
LED_0	0	0	MS : 外设
LED_1	0	0	AUTO : 自主

2.12.2.2 PRU-ICSS

备注

TRM 中提供的 PRU 内部引脚多路复用映射是 PRU 原始硬件定义的一部分。但是，由于 IP 和相关固件配置提供的灵活性，这未必是硬性要求。AM65x 的第一个 PRU 实施方案在初始 SoC 集成期间交换了 MII TX 引脚，并在后续 PRU 修订版中保留了该约定，以实现固件重用。要使用 SDK 固件，请使用 SYSCONFIG 生成的 PRU 引脚映射。

AM263x 控制卡利用 AM263x SoC 的两个片上可编程实时单元以及工业通信子系统 (PRU-ICSS) 与两个以太网 PHY 收发器连接。一个汽车以太网 PHY 收发器 (DP83TG720SWRHARQ1) 连接到 SoC 的 PRU0，一个工业以太网 PHY 收发器 (DP83826ERHBT) 连接到 PRU1。汽车以太网 PHY 的以太网数据信号端接至 MATEnet 连接器，而工业以太网 PHY 数据信号端接至 RJ45 连接器。此电路板上使用的 MATEnet 连接器通过 IEEE 802.3 标准 1000BASE-T1 支持千兆位以太网。电路板上使用的 RJ45 连接器支持 10/100Mbps (DP83826ERHBT) 连接，并集成电磁元件和 LED 来提供链路和活动指示。

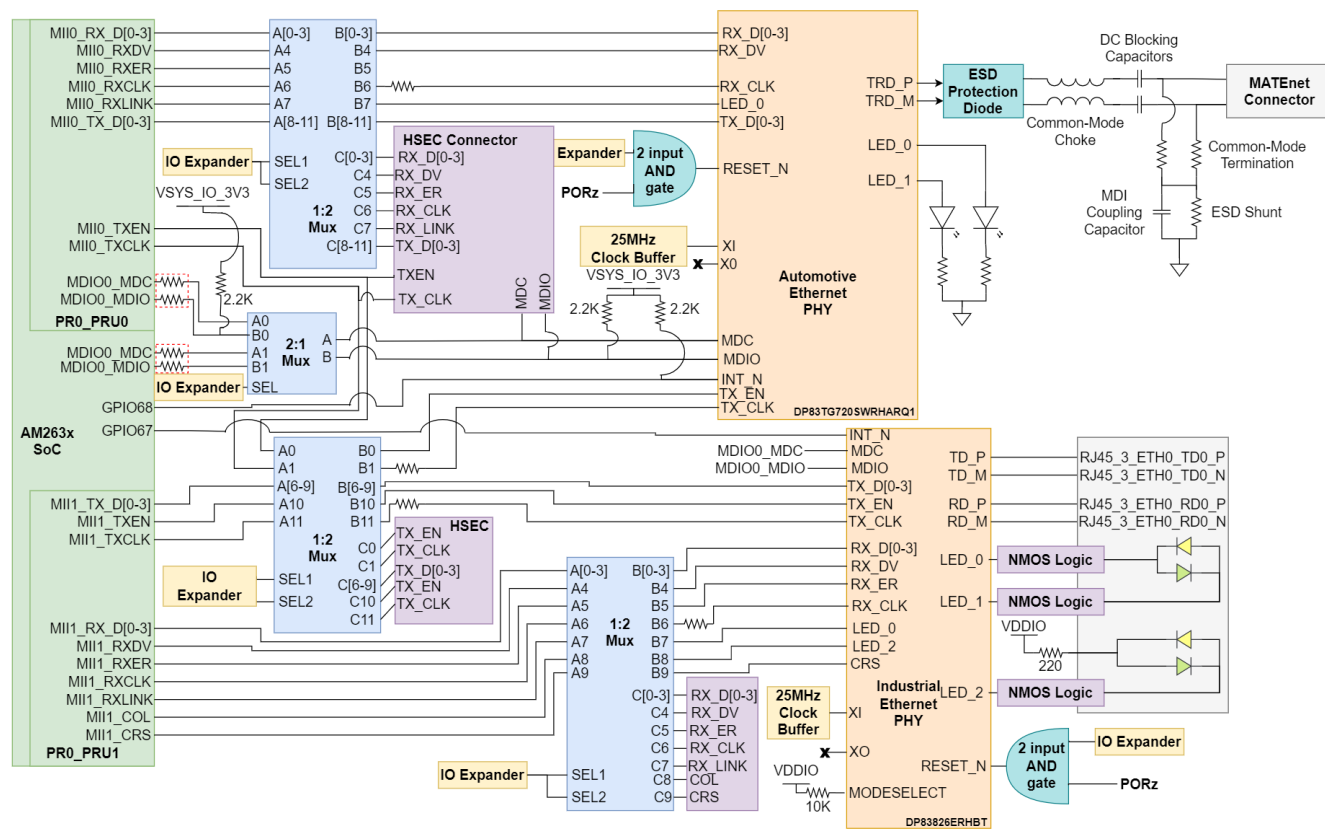


图 2-20. PRU-ICSS 概述

对于汽车以太网 PHY：

- 该以太网 PHY 需要三个单独的电源。来自 PMIC 的 VSYS_3V3A 使用两个不同的铁氧体磁珠进行滤波，从而为以太网 PHY 的 VDDIO 和 VDDA 供电。还有一个专用 LDO，用于为以太网 PHY 提供 1.0V 电源。
- 以太网 PHY 将很多功能引脚用作配置 (strap) 选项，以便将器件置于特定的运行模式。每个功能引脚均有一个默认模式，由内部上拉电阻器驱动。
- 2:1 多路复用器 (TMUX154EDGSR) 控制以太网 PHY 的 MDIO 和 MDC 信号的映射。

表 2-17. 千兆位以太网 PHY MDIO/MDC 多路复用器

SEL	条件	功能
高电平	选择 AM263x SoC MDIO0 MDIO/MDC 信号	A1/B1→ A/B 端口
低电平	选择 PRU MDIO/MDC 信号	A0/B0→ A/B 端口

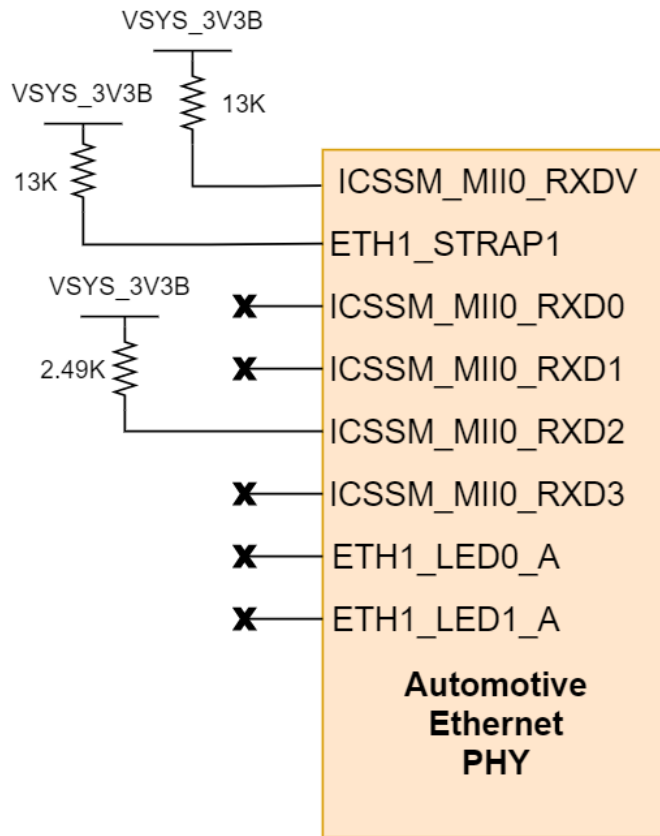


图 2-21. PRU0 ICSS 汽车以太网 PHY Strap 配置电阻器

表 2-18. PRU0 ICSS 汽车以太网 PHY Strap 配置电阻器

功能引脚	默认模式	CC 中的模式	功能
RX_D0	0	0	RGMII (对齐模式)
RX_D1	0	0	
RX_D2	0	1	
RX_CTRL	0	1	PHY 地址：0x000C
STRP_1	0	1	
LED_0	0	0	MS：外设
LED_1	0	0	AUTO：自主

工业级以太网 PHY 收发器：

- 该以太网 PHY 需要两个单独的电源。来自 PMIC 的 VSYS_3V3B 通过两个单独的铁氧体磁珠进行滤波，用作 VDDIO 和 VDDA3V3 的电源。
- 通过将 MODESELECT (模式选择) 引脚上拉到 VSYS_3V3B，以太网 PHY 被设置为 ENHANCED (增强) 模式。
 - 增强模式允许 DP83826E 支持除标准以太网应用之外的实时以太网应用。
- 以太网 PHY 将很多功能引脚用作配置 (strap) 选项，以便将器件置于特定的运行模式。每个功能引脚均有一个默认模式，由内部上拉电阻器驱动

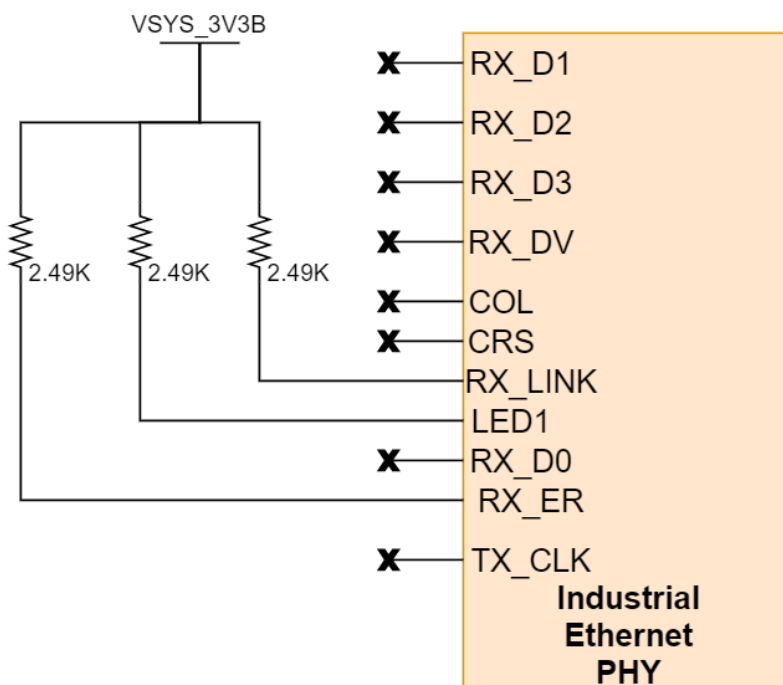


图 2-22. PRU1 ICSS 工业以太网 PHY 搭接电阻器

表 2-19. PRU1 ICSS 工业以太网 PHY 搭接电阻器

功能引脚	默认模式	CC 中的模式	功能
RX_D0	1	1	启用自协商
LED1	1	1	启用奇半字节检测
RX_LINK	0	1	PHY 地址 : 001
CRS	0	0	
COL	0	0	
TX_CLK	0	0	RMII 控制器模式
RX_ER	0	1	引脚 31 上的 LED1
RX_D3	0	0	禁用快速链路断开
RX_D2	0	0	MII MAC 模式
RX_D1	0	0	启用自动 MDIX
RX_DV	0	0	MDIX (仅在禁用自动 MDIX 时适用)

对于两个以太网 PHY :

- 位于 AM263x SoC 附近的发送和接收时钟信号上有串联端接电阻器。
- 从 SoC 到 PHY 的 MDIO 和中断信号需要将 2.2K Ω 上拉电阻器连接到 I/O 电源电压，才能正常工作。中断信号由 AM263x SoC 映射的 GPIO 信号驱动。
- 以太网 PHY 的复位信号由 2 路输入与门驱动。与门输入是由 IO 扩展器和 PORz 生成的 GPIO 信号。
- 25 MHz 时钟源自四输出时钟缓冲器，该时钟缓冲器采用 25 MHz 振荡器作为输入。

- 有三个 1:2 多路复用器 (TS3DDR3812RUAR) 控制以太网信号从 SoC 到以太网 PHY 或 HSEC 连接器的映射。这三个多路复用器的选择逻辑由 IO 扩展器生成的两个 GPIO 信号驱动。

表 2-20. ICSS HSEC MUX

选择信号	逻辑电平	条件	功能
ICSSM1_MUX_SEL	低电平	PRU0 信号映射到以太网 PHY	A[n] → B[n]
	高电平	PRU0 信号映射到 HSEC	A[n] → C[n]
ICSSM2_MUX_SEL	低电平	PRU1 信号映射到以太网 PHY	A[n] → B[n]
	高电平	PRU1 信号映射到 HSEC	A[n] → C[n]

2.12.2.3 RJ45 连接器中的 LED 指示

AM263x 控制卡有一个 RJ45 网络端口，用于连接 AM263x SoC 的 PRU1 上的 ICSSM 端口。每个 RJ45 连接器都包含两个双 LED，用于指示链接和活动。

- ICSSM PRU1 端口的 RJ45 连接器 LED 指示：

表 2-21. ICSSM PRU1 RJ45 连接器 LED 指示

LED	颜色	指示
右侧 LED	绿色	以太网 PHY 电源已建立
	黄色	速度为 10BT 的链路已接通
左侧 LED	绿色	连接良好
	黄色	速度为 1000BT 的链路已接通

2.12.3 I2C

AM263x 控制卡采用三个 AM263x SoC 内部集成电路 (I2C) 端口作为控制器对各种目标进行操作。TI 建议所有 I2C 数据和时钟线路都上拉至 3.3V IO 电源来实现通信。

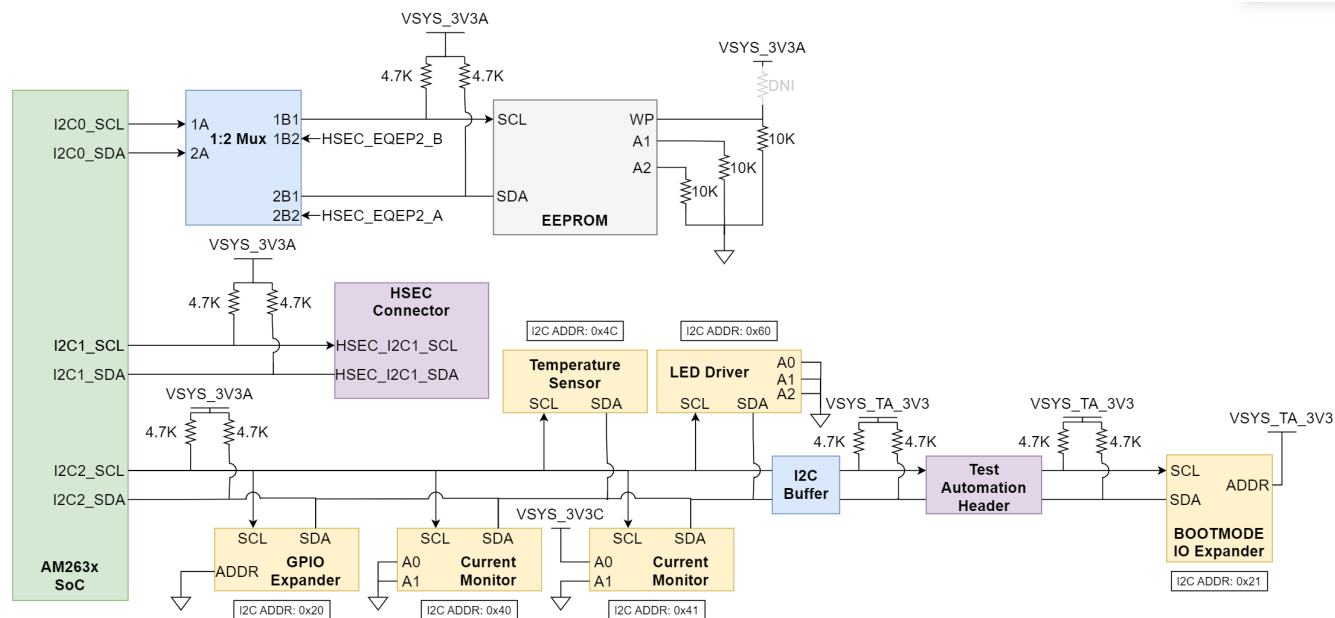


图 2-23. I2C 实例树

表 2-22. I2C 寻址

目标	I2C 实例	I2C 地址位说明	器件配置	CC 配置	I2C 地址
电路板 ID EEPROM	I2C0	器件地址的前 4 位设为 1010，接下来的两位由 A2 和 A1 引脚设置，而第七位 a16 是最重要的内部地址位	0b10110[A2][A1][a16] A1/A2 连接到接地	0b <u>1010</u> 000	0x50
GPIO 扩展器	I2C2	目标地址的前 6 位设为 010000，接下来的一位由 IO 扩展器的地址引脚决定	0b010000[ADDR] ADDR 引脚连接到接地	0b0 <u>10000</u> 0	0x20
BOOTMODE IO 扩展器	I2C2/ I2C1_TA	目标地址的前 6 位设为 010000，接下来的一位由 IO 扩展器的地址引脚决定	0b010000[ADDR] ADDR 引脚连接到 3.3V IO 电源	0b0 <u>10000</u> 1	0x21
电流监控器	I2C2	目标地址的前三位为 100，接下来的四位由 A1 和 A0 的连接决定	请参阅 器件数据表 中的地址引脚表。	0b1 <u>000</u> 000	0x40
电流监控器	I2C2	目标地址的前三位为 100，接下来的四位由 A1 和 A0 的连接决定	请参阅 器件数据表 中的地址引脚表。	0b1 <u>000</u> 001	0x41
温度传感器	I2C2	器件型号 TMP411Ax 的固定值为 1001100	不适用	0b <u>1001</u> 100	0x4C
LED 驱动器	I2C2	目标地址的前四位为 1100，接下来的三个位由 A2、A1 和 A0 决定	0b1100[A2][A1][A0] A2/A1/A0 所有均连接到接地	0b1 <u>100</u> 000	0x60

备注

基于器件寻址固定带有下划线的地址位，且无法配置该地址。

2.12.4 工业应用 LED

AM263x 控制卡具有 LED 驱动器 (TPIC2810D)，用于工业通信 LED。该驱动器连接到八个绿色 LED 并且其 I2C 地址为 0x60。

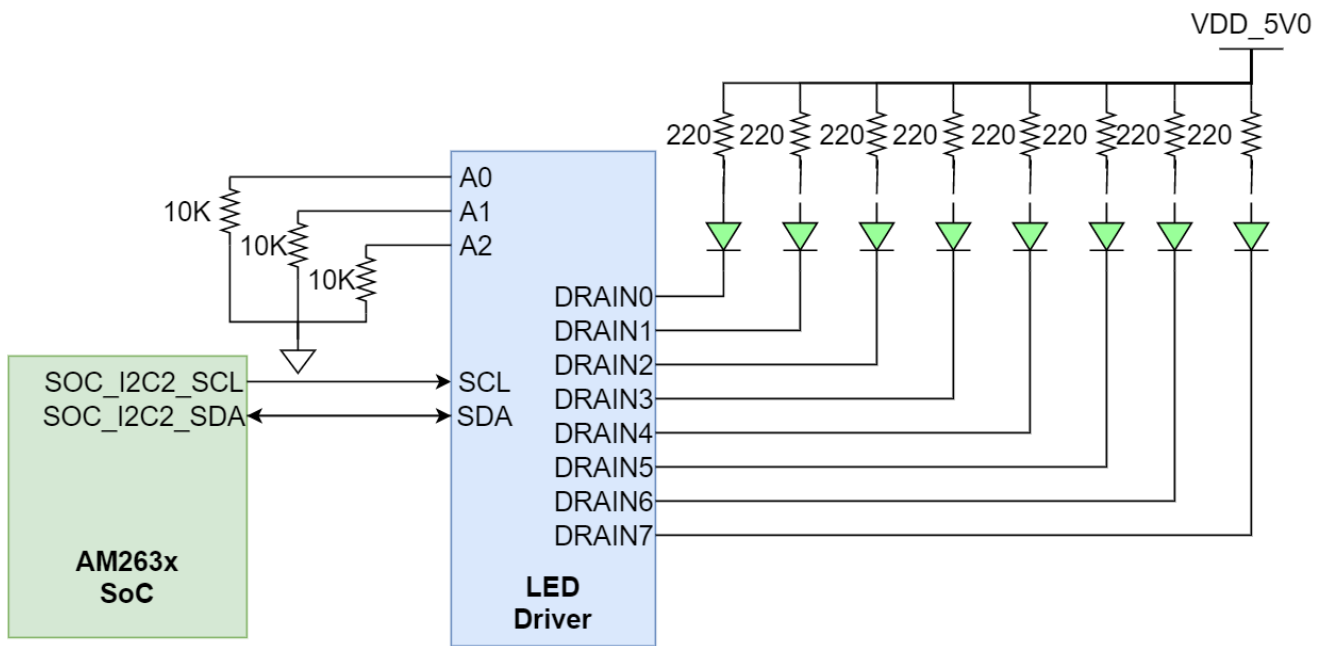


图 2-24. 工业应用 LED 驱动器

2.12.5 SPI

AM263x 控制卡将两个 SPI 实例 (SPI0、SPI1) 从 AM263x SoC 映射到 HSEC 180 引脚连接器。串联端接电阻器靠近每个 SPI 时钟信号的 SoC 放置。

一个 4 通道 FET 开关在 PMIC 和 HSEC 连接器之间路由 SPI1。此 FET 开关具有由 IO 扩展器的 SPI1_MUX_SEL 驱动的选择线路。此外，选择线路上还有一个外部下拉电阻器，因此 SPI 信号的 PMIC 路由处于默认状态。

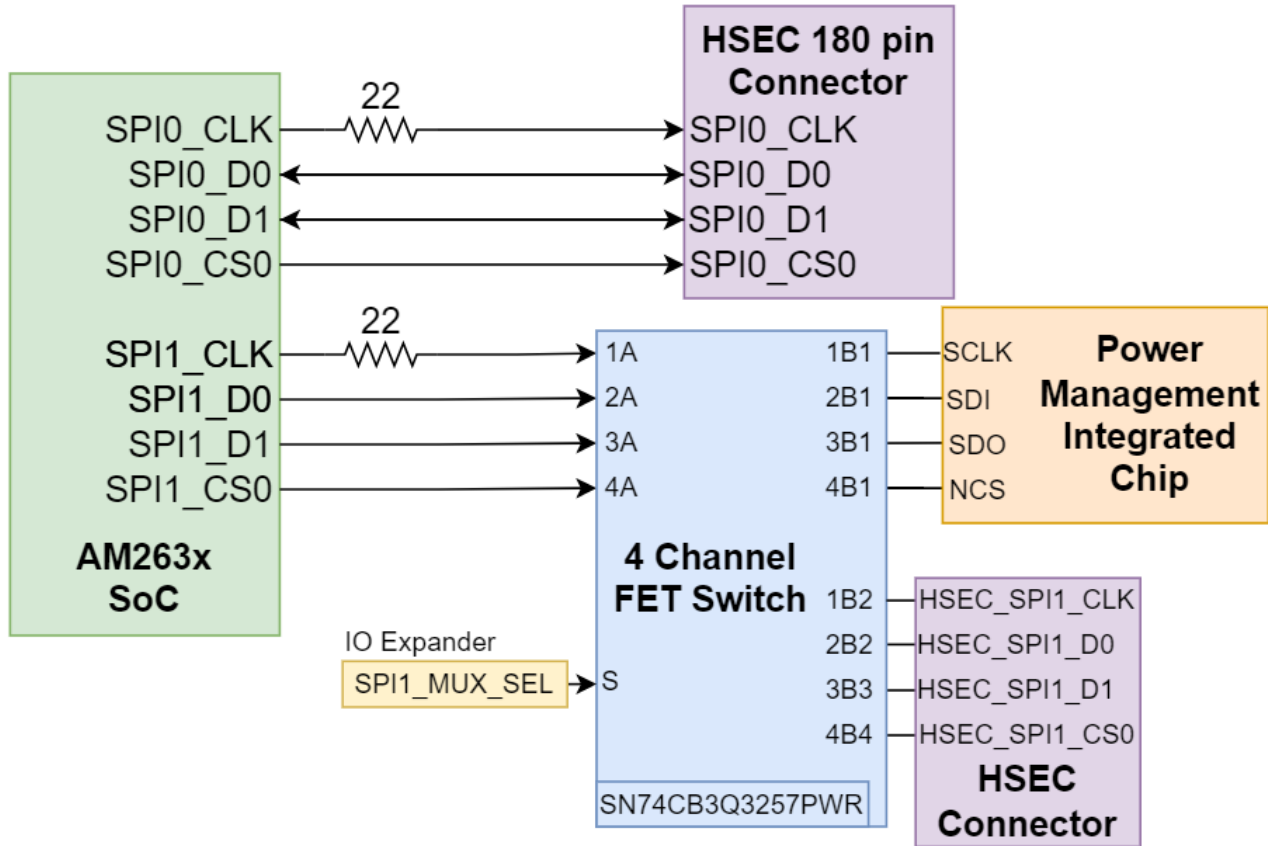


图 2-25. SPI

2.12.6 UART

AM263x 控制卡使用 XDS110 作为 USB2.0 转 UART 电桥来实现终端访问。AM263x SoC 的 UART0 发送和接收信号通过双通道隔离缓冲器 (ISO7221CDR) 映射到 XDS110，用于从 3.3V IO 电压电源 (VSYS_3V3C) 转换为 3.3V XDS 电源。XDS110 连接到 Micro-B USB 连接器来传输 USB 2.0 信号。瞬态电压抑制器件 (TPD4E004DRYR) 为 USB 2.0 信号提供 ESD 保护。Micro-B USB 连接器的 VBUS 5 V 电源映射到低压降稳压器 (TPS79601DRBR)，以产生 3.3 V XDS 电源。XDS110 的独立 3.3 V 电源允许仿真器在控制卡断电时保持连接。

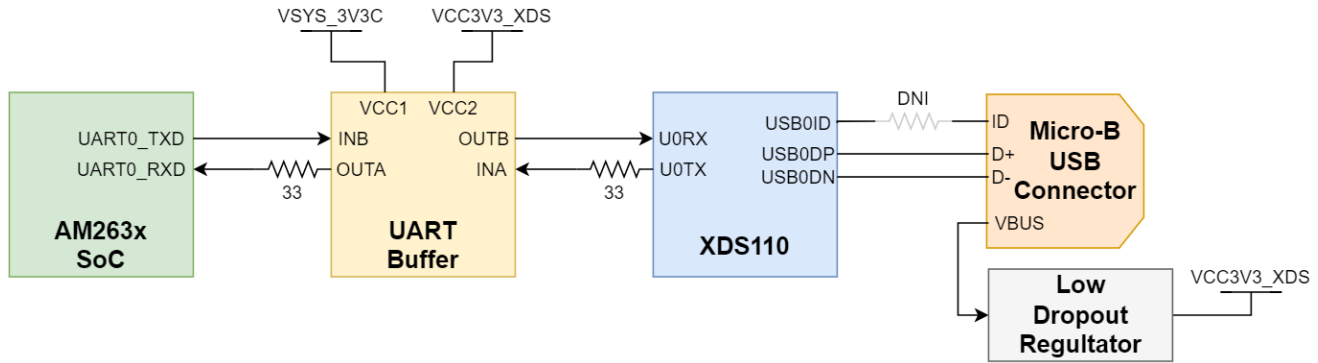


图 2-26. 用于仿真的 UART-USB 电桥

该控制卡支持附加 UART1 实例，其发送和接收信号从 AM263x SoC 映射到 HSEC 连接器。为了利用 UART1，1:2 多路复用器的选择线路必须为高电平。选择线路由源自 IO 扩展器的 GPIO 信号 (LIN_MUX_SEL) 驱动。

表 2-23. UART 多路复用器选择逻辑

选择	条件	功能
低电平	选择 LIN	A→B1
高电平	选择 HSEC UART	A→B2

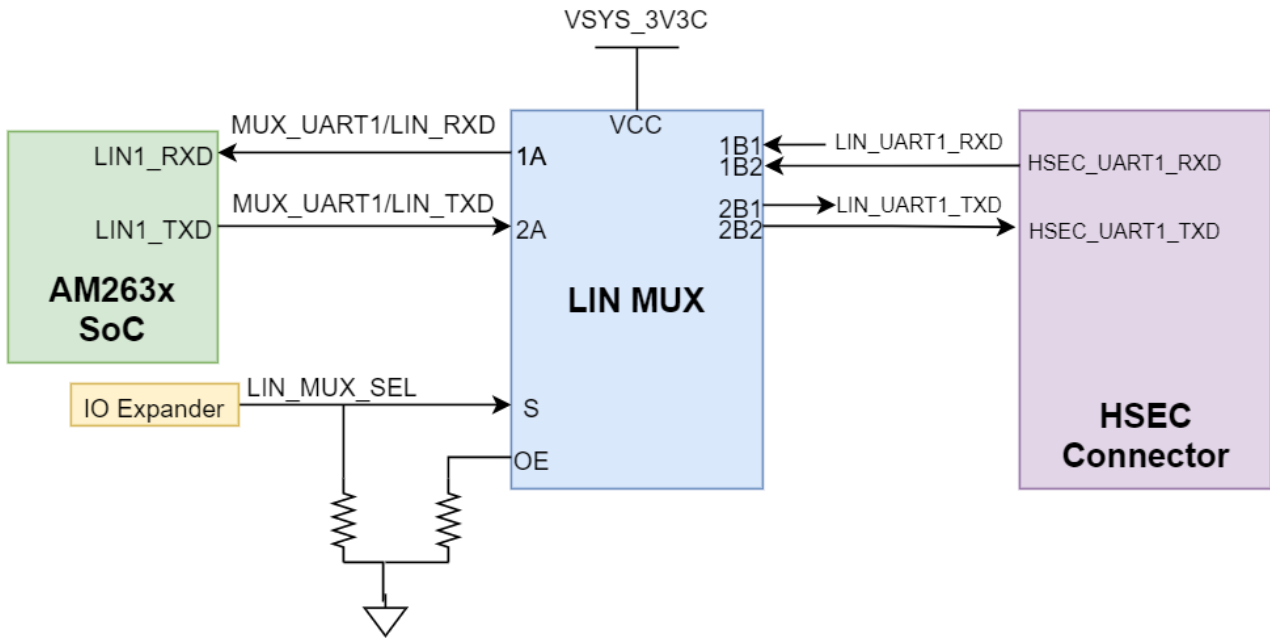


图 2-27. UART 1:2 多路复用到 HSEC

2.12.7 MCAN

该控制卡配置有单个 MCAN 收发器 (TCAN1024H-Q1)，其连接到 AM263x SoC 的 MCAN1 接口。AM263x SoC 的 MCAN0 接口直接映射到 HSEC 连接器。

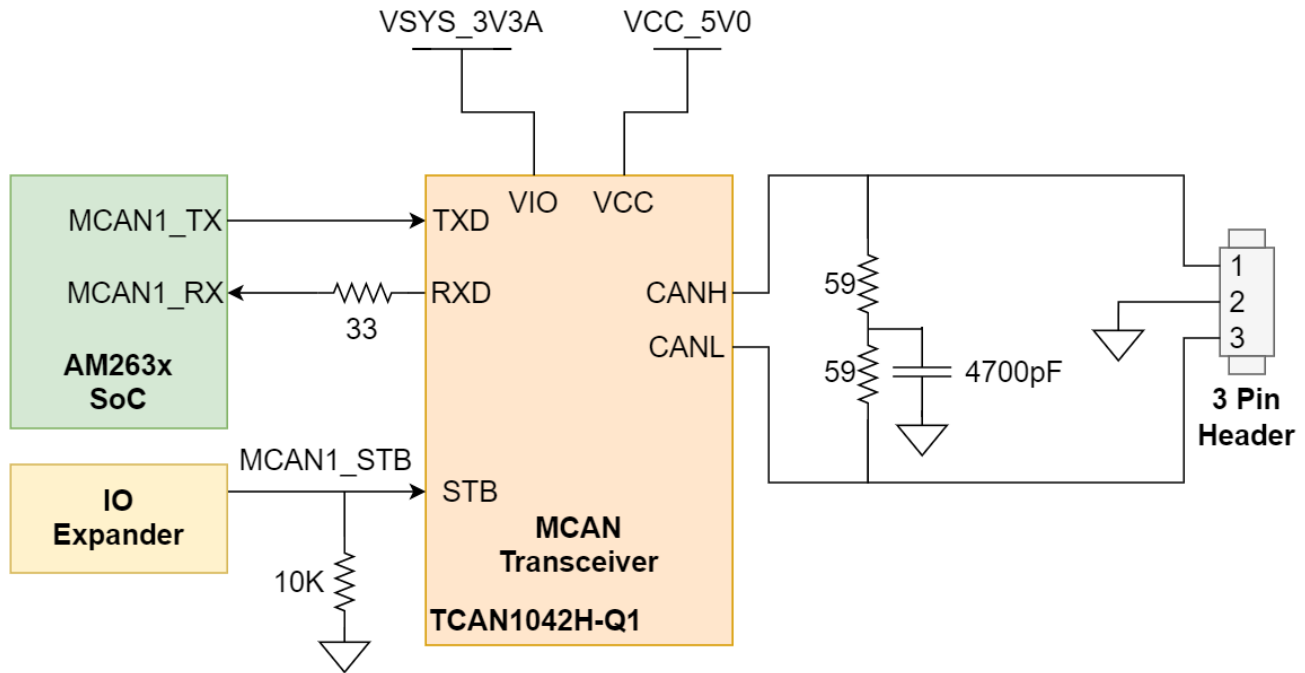


图 2-28. MCAN 收发器

该 MCAN 收发器具有两个电源输入，VIO 是收发器 I/O 电平转换电源电压，VCC 是收发器 5V 电源电压。SoC CAN 数据发送数据输入映射到收发器的 TXD，而收发器的 CAN 接收数据输出映射到 SoC 的 MCAN RX 信号，SoC 具有靠近收发器的串联端接电阻器。

待机控制信号为 GPIO 信号，源自 IO 扩展器。STB 控制输入高电平有效，使用下拉电阻使收发器在正常模式下运行，而不是在因内部弱上拉电阻默认的待机模式下运行。

该系统在 CANH 和 CANL 信号上具有 120 Ω 拆分端接，用于改进 EMI 性能。拆分端接通过消除消息传输开始和结束时出现的总线共模电压波动来改善网络的电磁辐射性能。

低电平和高电平 CAN 总线输入输出线路均端接至一个三引脚接头。

2.12.8 FSI

AM263x 控制卡通过将 SoC 信号端接至 10 引脚接头来支持快速串行接口。该接口具有两条数据线路和一条时钟线路来用于接收和发送信号。该接头连接到 3.3V IO 电压电源 (VSYS_3V3A)。

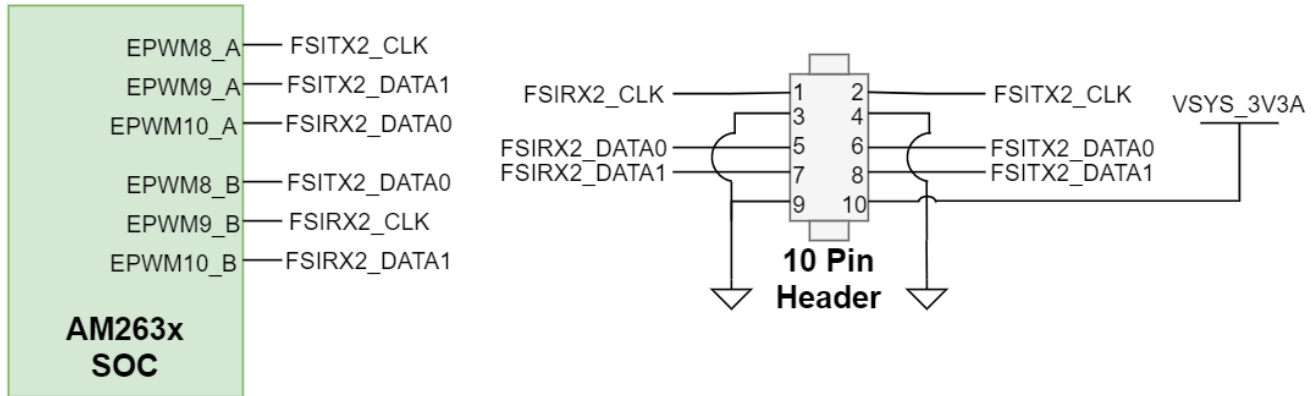


图 2-29. FSI 接头

2.12.9 JTAG

AM263x 控制卡包含 XDS110 类板载仿真器。该控制卡还可以选择将 JTAG 信号从 AM263x SoC 映射到 HSEC 连接器。

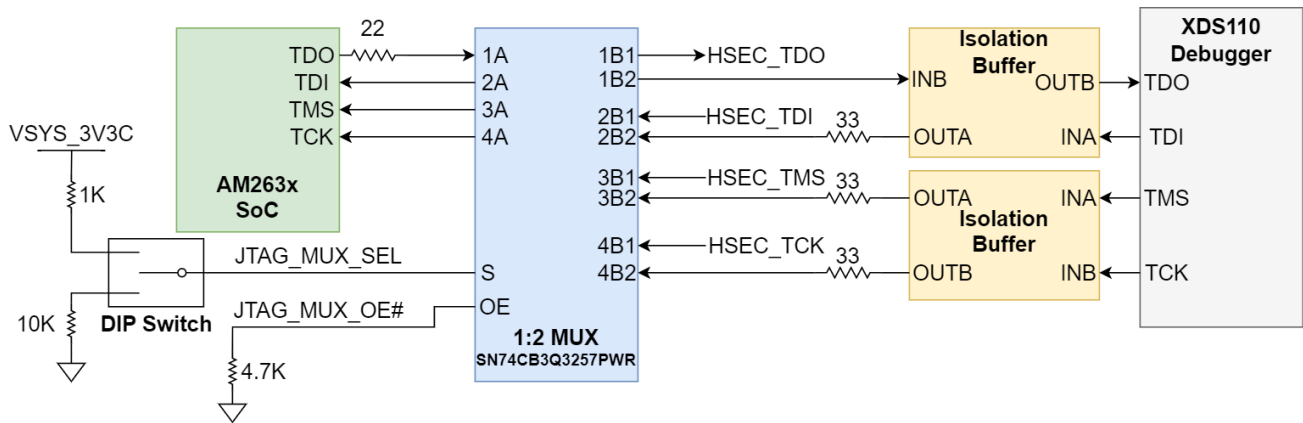


图 2-30. JTAG

DIP 开关用于驱动 1:2 多路复用器 (SN74CB3Q3257PWR) 进行线路选择，以确定 AM263x SoC JTAG 信号的路径。图 2-31 显示了任一开关位置的 JTAG 路径选择。

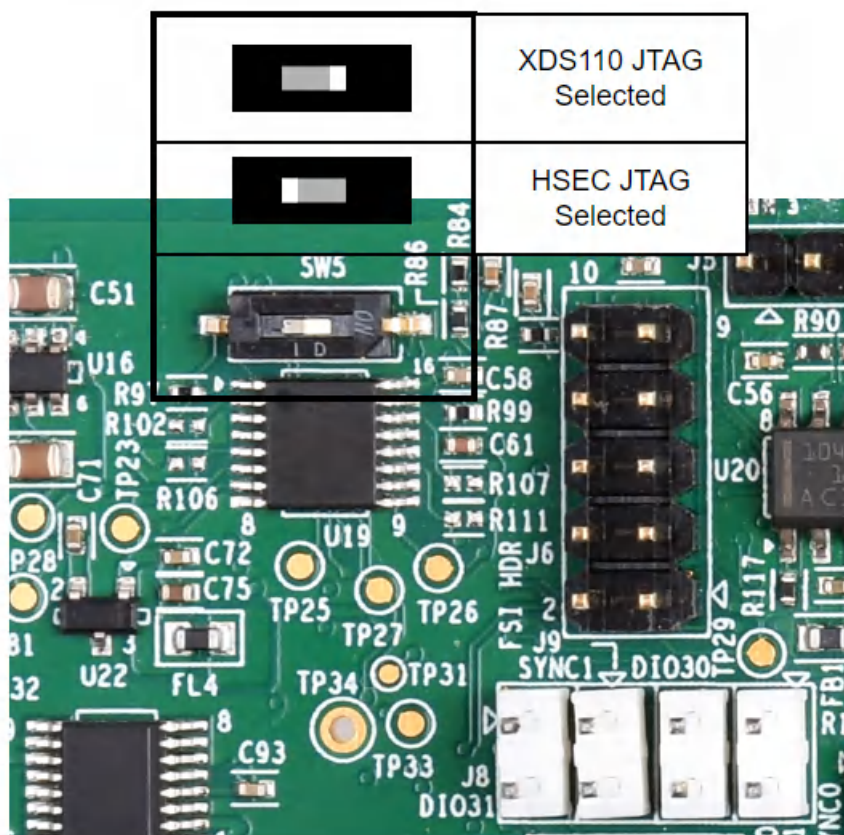


图 2-31. JTAG 路径开关位置

该控制卡包含 XDS110 仿真所需的全部电路。仿真器采用 USB2.0 Micro-B 连接器以连接 UART-USB 电桥产生的 USB 2.0 信号。来自该连接器的 VBUS 电源用于为仿真电路供电，以便在断开控制卡的电源时也不会丢失与仿真器的连接。

XDS110 控制两个电源状态 LED。更多信息，请参阅[节 2.3.2](#)。

2.12.10 测试自动化接头

AM263x 控制卡支持 40 引脚测试自动化接头，该接头允许外部控制器控制断电、PORz、热复位和引导模式控制等基本操作。

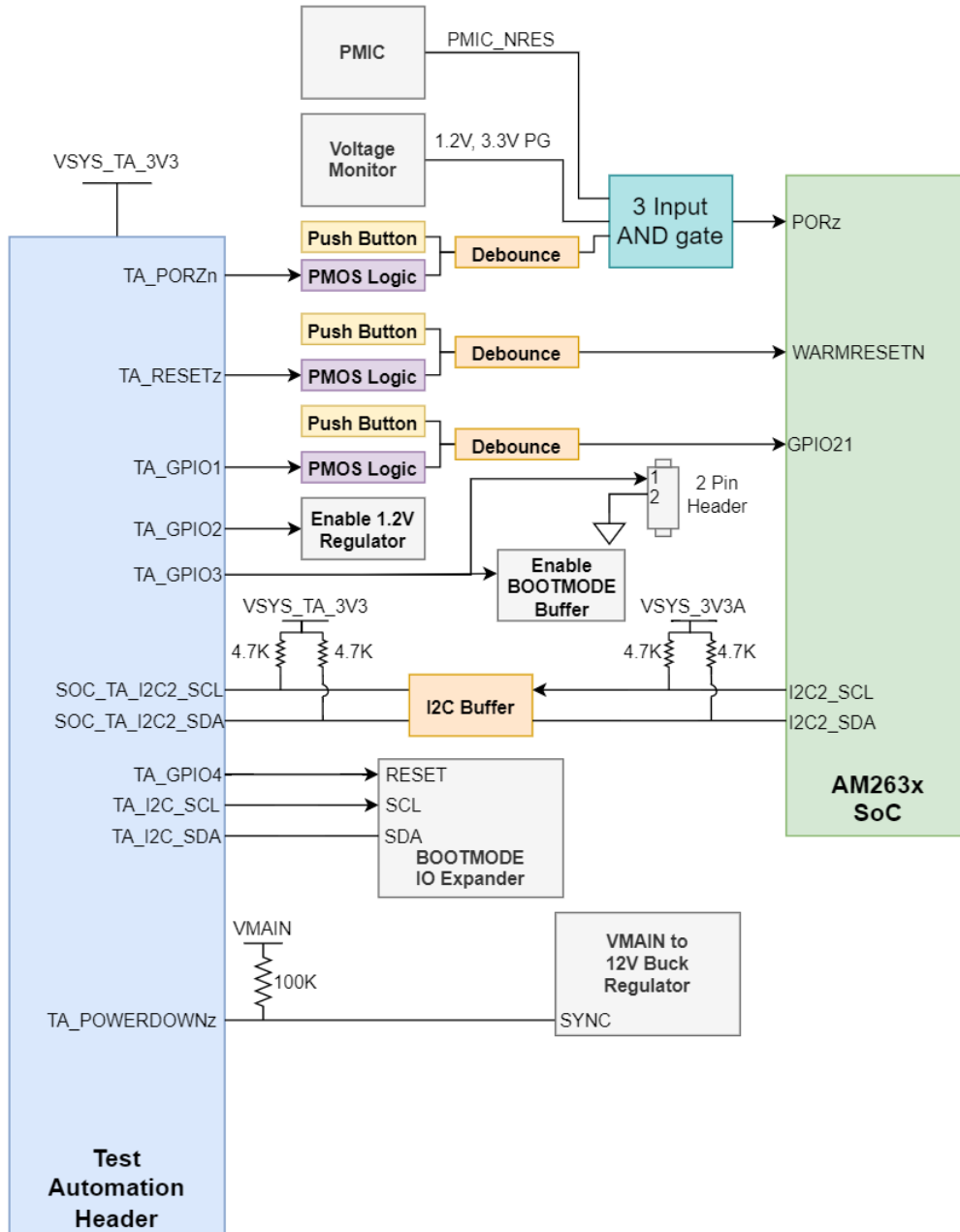


图 2-32. 测试自动化接头

测试自动化电路由专用的 3.3V 电源 (VSYS_TA_3V3) 供电，该电源由 5V 至 3.3V 降压稳压器 (TPS62177DQCR) 生成。

AM263x SoC I2C2 实例同时连接到测试自动化接头和引导模式 IO 扩展器 (TCA6408ARGTR)。

测试自动化接头 **GPIO 映射** 详细展示了测试自动化 GPIO 映射：

表 2-24. 测试自动化接头 GPIO 映射

信号名称	说明	方向
TA_POWERDOWN	为逻辑低电平时，禁用直流/直流转换第一级中使用的 3.3V 降压稳压器 (TPS62913RPUR)	输出
TA_PORZn	为逻辑低电平时，由于 PMOS V_GS 小于零，因此将 PORz 信号连接到接地，从而对主域进行上电复位	输出
TA_RESETz	为逻辑低电平时，由于 PMOS V_GS 小于零，因此将 WARMRESETn 信号连接到接地，从而对主域进行热复位	输出
TA_GPIO1	为逻辑低电平时，由于 PMOS V_GS 小于零，因此将 INTn 信号连接到接地，从而对 SoC 产生中断	输出
TA_GPIO2	为逻辑低电平时，禁用 1.2V 降压稳压器 (TPS62913RPUR)	输出
TA_GPIO3	为逻辑低电平时，禁用引导模式缓冲器输出使能	输出
TA_GPIO4	引导模式 IO 扩展器 (TCA6408ARGTR) 的复位信号	输出

2.12.11 LIN

AM263x 控制卡通过使用 LIN 收发器 (TLIN2029-Q1) 支持本地互连网络通信，该收发器将 LIN 总线输出到 3 引脚接头的第二引脚。

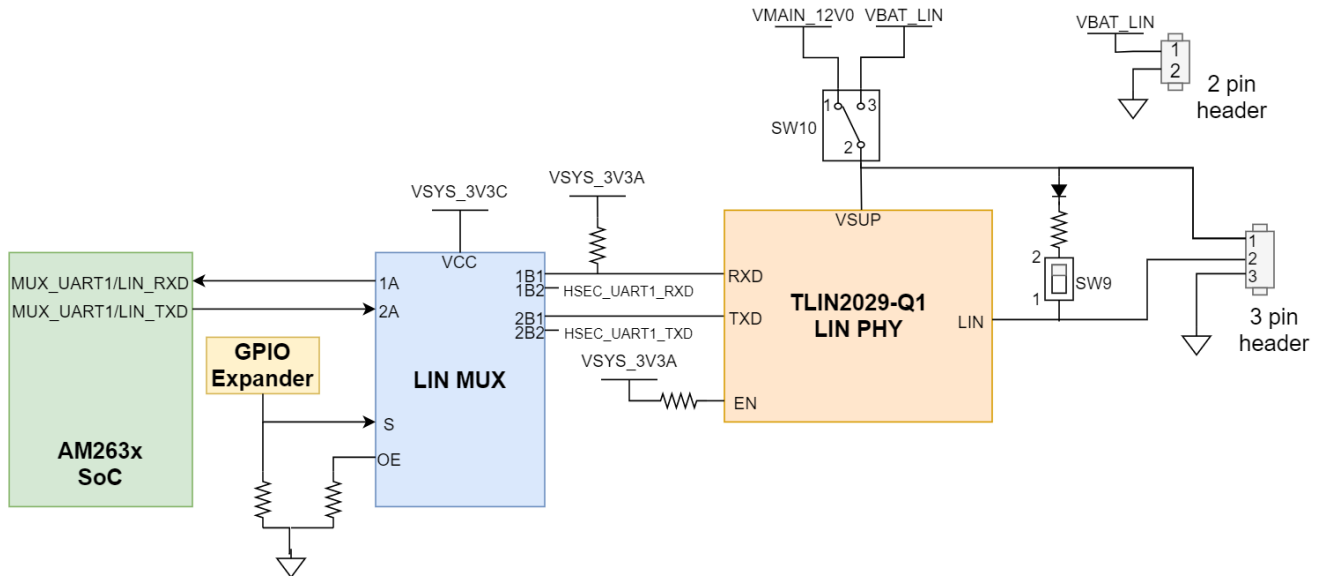


图 2-33. LIN PHY

LIN 发送和接收信号与 UART1 发送和接收信号在 AM263x 进行内部多路复用。由于使用内部多路复用，存在外部 1:2 多路复用器 (SN74CB3Q3257PWR),其具有由 GPIO 扩展器驱动的选择线路。

表 2-25. LIN 多路复用器选择逻辑

选择逻辑	条件	功能
低电平	选择 LIN	A→B1
高电平	选择 HSEC UART	A→B2

AM263x SoC 没有用于 LIN RX 信号的集成上拉电阻，因此，需要外部上拉电阻连接处理器 I/O 电源电压。

AM263x 控制卡包含一个双极单掷开关 (SW10)，以控制 LIN 收发器的电压电源。

表 2-26. LIN 开关逻辑

LIN 电压开关位置	选择的电源电压
引脚 1-2	VMAIN，USB-C 连接或 HSEC 电源连接的 5V 电源输出。
引脚 2-3	VBAT_LIN，来自 2 引脚接头引脚 1 的外部电压电源

还有单极掷开关 (SW9) 驱动 LIN 节点应用。

表 2-27. LIN 节点应用开关

LIN 节点应用开关位置	LIN 节点应用
引脚 1	器件节点应用
引脚 2	控制器节点应用

当 I/O 电压电源被拉高时,控制卡上拉 LIN 收发器的使能引脚上拉，在启动 I/O 电压电源时可,使收发器处于正常运行模式。

2.12.12 MMC

AM263x 控制卡提供 Micro SD 卡接口，该接口映射到 AM263x SoC 的 MMC0 实例。

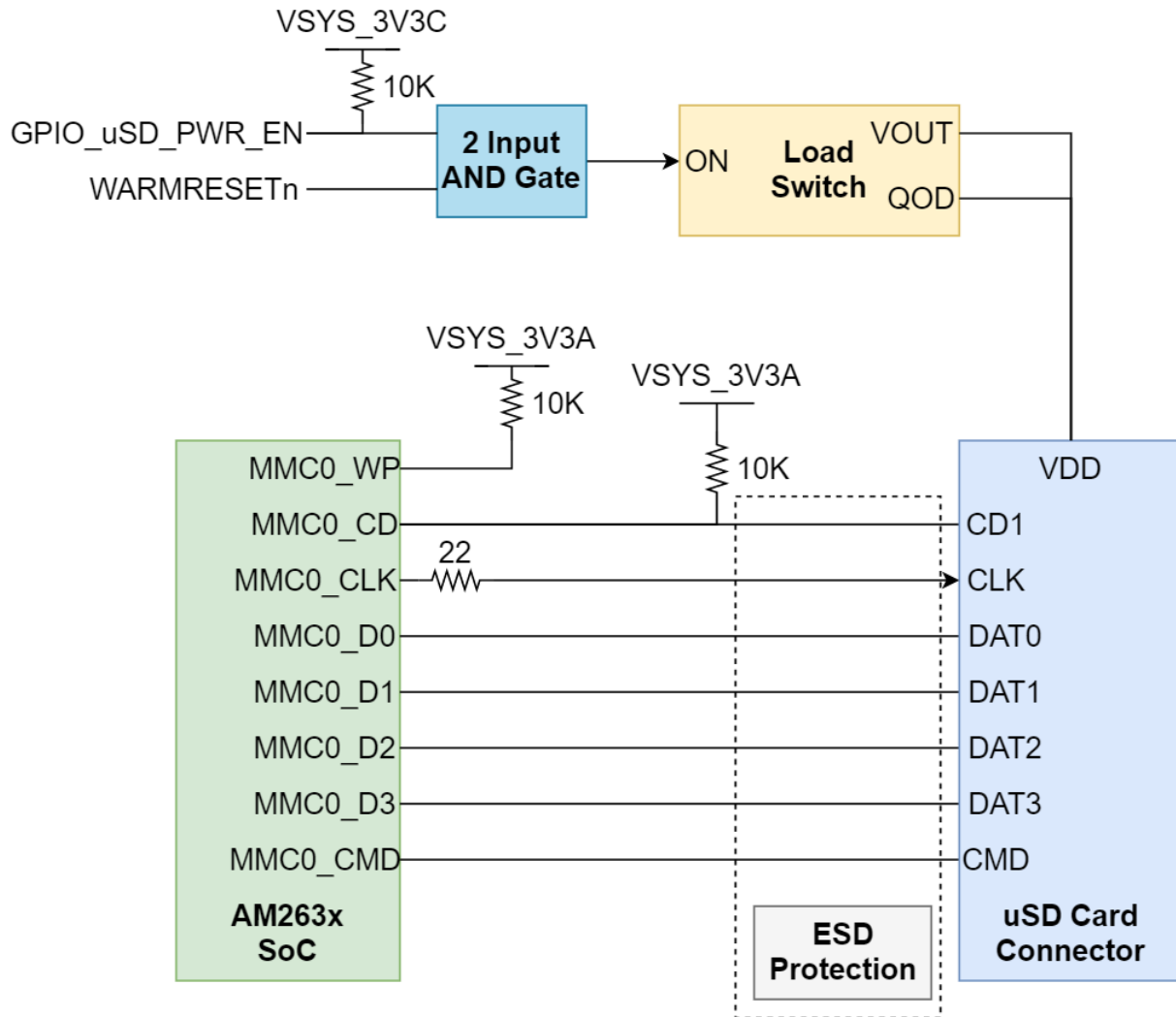


图 2-34. Micro-SD 连接器接口

负载开关 (TPS22918DBVR) 用于为 Micro SD 卡连接器供电。该负载开关由 WARMRESETn 与 GPIO_uSD_PWR_EN 之间的 2 路输入与门的输出驱动，以便在复位时对卡进行下电上电。该负载开关采用快速输出放电 (QOD) 技术来确保电源电压在复位期间小于 10% 的标称值。

以六通道瞬变电压抑制器器件 (TPD6E001RSER) 形式为 MMC 信号提供内联 ESD 保护。

SD 卡连接器的写保护 (WP) 和卡检测 (CD) 信号被上拉至 3.3 V IO 电源电压。

为 MMC 时钟信号提供串联端接电阻器。

2.12.13 ADC 和 DAC

AM263x 控制卡支持 24 条 ADC 信号通道，这些通道映射到 AM263x SoC 并端接到 HSEC 连接器。所有 ADC 信号都受 ESD 保护 (TPD4E001DBVR)。

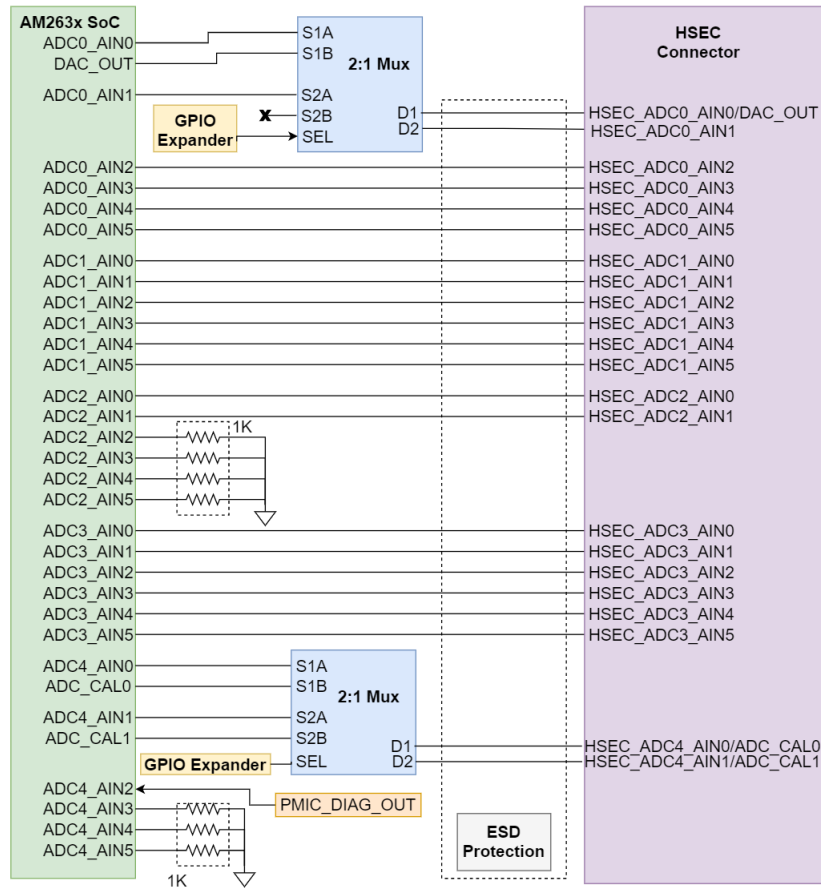


图 2-35. ADC HSEC 连接

采用两个多路复用器 (TMUX1136DQAR) 来决定 ADC 信号传入和传出 HSEC 连接器的路径。

表 2-28. ADC 多路复用器选择逻辑

多路复用器选择信号	条件	功能	说明
ADC1_MUX_SEL	SEL 信号高电平	S1A → D1	选择 HSEC_ADC0_AIN0
		S2A → D2	HSEC_ADC0_AIN1 选中
	SEL 信号低电平	S1B → D1	选择 HSEC_DAC_OUT
		S2B → D2	选择 HSEC_DAC_OUT
ADC2_MUX_SEL	SEL 信号高电平	S1A → D1	选择 HSEC_ADC4_AIN0
		S2A → D2	选择 HSEC_ADC4_AIN1
	SEL 信号低电平	S1B → D1	选择 ADC_CAL0
		S2B → D2	选择 ADC_CAL1

采用三个开关来配置 ADC 和 DAC 的基准电压。

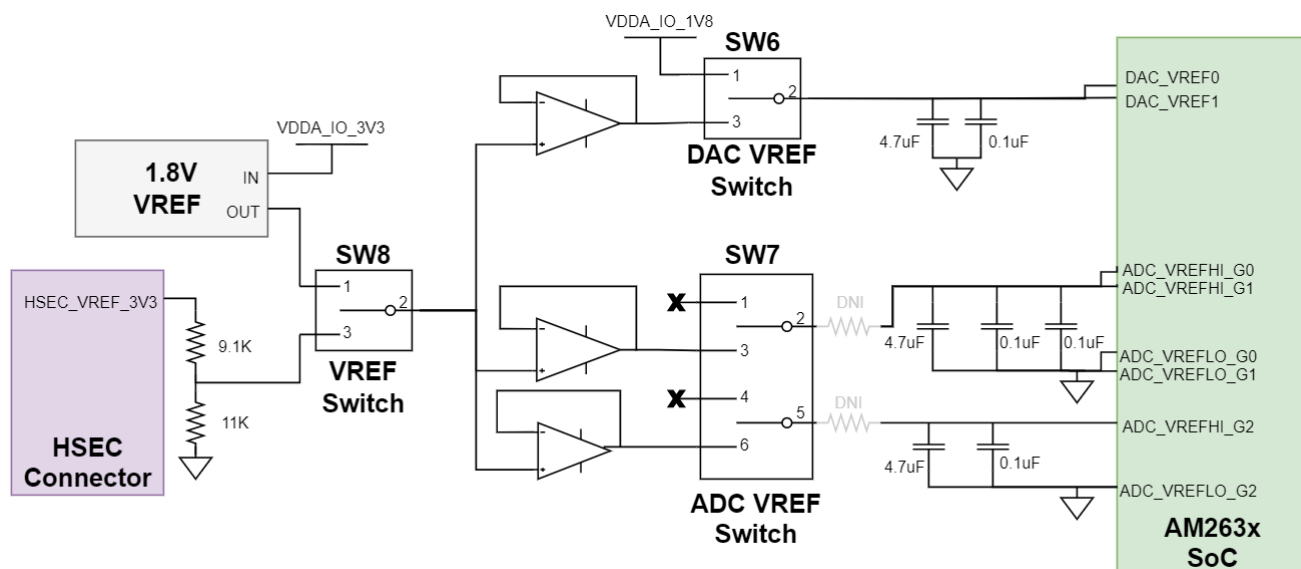


图 2-36. ADC 开关路由

- VREF 开关 (SW8) 是一个单极双掷开关，用于控制 ADC 和 DAC 使用哪个 1.8V 基准。

表 2-29. VREF 开关

VREF 开关位置	基准选择
引脚 1-2	板载 1.8V 基准 (REF3318AIDBZT)
引脚 2-3	HSEC VREF

- DAC VREF 开关 (SW6) 是一个单极双掷开关，用于控制 AM263x SoC 的 DAC VREF 输入。

表 2-30. DAC VREF 开关

DAC VREF 开关位置	基准选择
引脚 1-2	AM263x 片上 LDO
引脚 2-3	VREF 开关输出

- ADC VREF 开关 (SW7) 包含两个单极双掷开关，用于控制 AM263x SoC 的 ADC VREF 输入。

表 2-31. ADC VREF 开关

ADC VREF 开关位置	基准选择
引脚 1-2	开路 - 允许使用 AM263x 片上 LDO 基准
引脚 2-3	VREF 开关输出
引脚 4-5	开路 - 允许使用 AM263x 片上 LDO 基准
引脚 5-6	VREF 开关输出

2.13 HSEC 引脚排列和引脚多路复用映射

表 2-32 显示了 180 高速边缘连接器的引脚排列以及每个引脚的所有可用引脚多路复用选项。表 2-33 显示了所有 AM263x 焊球以及每个焊球的可用引脚多路复用模式选项。

表 2-32. HSEC 引脚排列

引脚编号	封装信号名称	多路复用信号选项	多路复用信号选项	信号封装名称	引脚编号
1	NC	NC		NC	2
3	HSEC_TMS	TMS		NC	4
5	HSEC_TCK	TCK		TDO	6
7	GND	GND		TDI	8
9	HSEC_ADC0_AIN4/ DAC_OUT	HSEC_ADC0_AIN0/DAC_OUT		GND	10
11	HSEC_ADC0_AIN5/ DAC_OUT	HSEC_ADC0_AIN1/DAC_OUT		ADC1_AIN0	12
13	GND	GND		ADC1_AIN1	14
15	ADC0_AIN2	ADC0_AIN2		GND	16
17	ADC0_AIN3	ADC0_AIN3		ADC1_AIN2	18
19	GND	GND		ADC1_AIN3	20
21	ADC0_AIN4	ADC0_AIN4		GND	22
23	ADC0_AIN5	ADC0_AIN5		ADC1_AIN4	24
25	ADC4_AIN0/ADC_CAL0	ADC4_AIN0/ADC_CAL0		ADC1_AIN5	26
27	ADC4_AIN1/ADC_CAL1	ADC4_AIN1/ADC_CAL1		ADC3_AIN0	28
29	GND	GND		ADC3_AIN1	30
31	ADC2_AIN0	ADC2_AIN0		GND	32
33	ADC2_AIN1	ADC2_AIN1		ADC3_AIN2	34
35	GND	GND		ADC3_AIN3	36
37	ADC2_AIN2	ADC2_AIN2		GND	38
39	ADC2_AIN3	ADC2_AIN3		ADC3_AIN4	40
41	NC	NC		ADC3_AIN5	42
43	NC	NC		NC	44
45	HSEC_ADC-VREFHI	HSEC_ADC-VREFHI		GND	46
47	GND	GND		HSEC_5V0	48
49	EPWM0_A	EPWM0_A/GPIO43		EPWM2_A/GPIO47	50
51	EPWM0_B	EPWM0_B/GPIO44		EPWM2_B/GPIO48	52
53	EPWM1_A	EPWM1_A/GPIO45		EPWM3_A/GPIO49	54
55	EPWM1_B	EPWM1_B/GPIO46		EPWM3_B/GPIO50	56
57	EPWM4_A	EPWM4_A/GPIO51		EPWM6_A/FSIRX1_CLK/GPIO55	58
59	EPWM4_B	EPWM4_B/FSITX1_CLK/GPIO52		EPWM6_B/FSIRX1_DATA0/GPIO56	60
61	EPWM5_A	EPWM5_A/FSITX1_DATA0/GPIO53		EPWM7_A/FSIRX1_DATA1/GPIO57	62
63	EPWM5_B	EPWM5_B/FSITX1_DATA1/GPIO54		EPWM7_B/GPIO58	64
65	GND	GND		NC	66

表 2-32. HSEC 引脚排列 (continued)

引脚 编号	封装信号名称	多路复用信号选项	多路复用信号选项	信号封装名称	引脚 编号
67	SPI0_D0	SPI0_D0/FSITX0_DATA0/GPIO13/SOP3	PR0_PRU1_GPO19/UART3_RXD/PR0_IEP0_EDC_SYNC_OUT0/TRC_CLK/ XBAROUT13/GPIO119/EQEP1_A	EQEP1_A	68
69	SPI0_D1	SPI0_D1/FSITX0_DATA1/GPIO14	PR0_PRU1_GPO18/UART3_TXD/PR0_IEP0_EDIO_DATA_IN_OUT31/TRC_CTL/ XBAROUT14/GPMC0_WAIT1/GPIO120/EQEP1_B	EQEP1_B	70
71	SPI0_CLK	SPI0_CLK/UART3_TXD/LIN3_TXD/FSITX0_CLK/GPIO12/SOP2	SDFM0_CLK0/CLKOUT1/GPIO122/EQEP1_STROBE	EQEP1_STROBE	72
73	SPI0_CS0	SPI0_CS0/UART3_RXD/LIN3_RXD/GPIO11	EXT_REFCLK0/XBAROUT15/GPIO121/EQEP1_INDEX	EQEP1_INDEX	74
75	SPI1_D0	SPI1_D0/UART5_TXD/XBAROUT3/FSIRX0_DATA0/GPIO17	LIN1_RXD/UART1_RXD/SPI2_CS0/XBAROUT5/GPIO19	UART1_RXD	76
77	SPI1_D1	SPI1_D1/UART5_RXD/XBAROUT4/FSIRX0_DATA1/GPIO18	LIN1_TXD/UART1_TXD/SPI2_CLK/XBAROUT6/GPIO20	UART1_TXD	78
79	SPI1_CLK	SPI1_CLK/UART4_RXD/LIN4_RXD/XBAROUT2/FSIRX0_CLK/GPIO16	MCAN0_RX/SPI4_CS0/GPIO7	MCAN0_RX	80
81	SPI1_CS0	SPI1_CS0/UART4_TXD/LIN4_TXD/XBAROUT1/GPIO15	MCAN0_TX/SPI4_CLK/GPIO8	MCAN0_TX	82
83	GND	GND	HSEC_5V0	HSEC_5V0	84
85	I2C1_SDA	I2C1_SDA/SPI3_CLK/XBAROUT8/GPIO24	EPWM11_A/UART2_CTSn/GPMC0_CLKLB/GPIO65	GPMC0_CLKB	86
87	I2C1_SCL	I2C1_SCL/SPI3_CS0/XBAROUT7/GPIO23	NC	NC	88
89	EPWM21_A	PR0_MDIO0_MDIO/EPWM21_A/GPMC0_CSn2/GPIO85	PR0_MDIO0_MDC/EPWM21_B/GPMC0_CSn3/GPIO86	EPWM21_B	90
91	SDFM0_D0	SDFM0_D0/PR0_ECAP0_APWM_OUT/GPIO123	I2C0_SDA/GPIO134/EQEP2_A/SDFM1_CLK2	EQEP2_A	92
93	EQEP2_B	I2C0_SCL/GPIO135/EQEP2_B/SDFM1_CLK3	MCAN2_RX/UART2_RTSn/GPIO137/EQEP2_INDEX/SDFM1_D3	EQEP2_INDEX	94
95	EQEP2_STROBE	MCAN2_TX/UART1_RTSn/GPIO136/EQEP2_STROBE/SDFM1_D2	NC	NC	96
97	GND	GND	HSEC_5V0	HSEC_5V0	98
99	SDFM0_D1	SDFM0_D1/PR0_PRU1_GPIO17/UART5_CTSn/ PR0_IEP0_EDIO_DATA_IN_OUT30/GPIO125	EQEP0_A/UART4_RTSn/SPI4_CLK/GPIO130/SDFM1_CLK0	EQEP0_B	100
101	SDFM0_CLK1	SDFM0_CLK1/PR0_PRU1_GPIO7/CPTS0_TS_SYNC/UART5_RTSn/ PR0_IEP0_EDC_SYNC_OUT1/I2C3_SDA/GPIO124	EQEP0_B/UART4_CTSn/SPI4_CS0/GPIO131/SDFM1_D0	EQEP0_A	102
103	SDFM0_D2	SDFM0_D2/UART5_RXD/GPIO127	EQEP0_STROBE/UART4_TXD/LIN4_TXD/SPI4_D0/GPIO132/SDFM1_CLK1	EQEP0_STROBE	104
105	SDFM0_CLK2	SDFM0_CLK2/UART5_TXD/I2C3_SCL/GPMC0_ADVn_ALE/GPIO126/ SDFM0_CLK2	EQEP0_INDEX/UART4_RXD/LIN4_RXD/SPI4_D1/GPIO133/SDFM1_D1	EQEP0_INDEX	106
107	SDFM0_D3	SDFM0_D3/MCAN3_RX/GPIO129	PR0_PRU0_GPO5/RMII2_RX_ER/MII2_RX_ER/EPWM22_A/GPMC0_DIR/ GPIO87	MII0_RXER	108
109	SDFM0_CLK3	SDFM0_CLK3/MCAN3_TX/UART5_RXD/GPIO128	PR0_PRU0_GPO9/PR0_UART0_CTSn/MII2_COL/EPWM22_B/GPMC0_CLK/ GPIO88	MII0_CO	110
111	GND	GND	HSEC_5V0	HSEC_5V0	112
113	NC	NC	NC	NC	114
115	NC	NC	NC	NC	116
117	NC	NC	HSEC_5V0	HSEC_5V0	118
119	NC	NC	PORz	PORz	120
121	ICSS_MII0_CRS	PR0_PRU0_GPO10/RMII2_CRS_DV/PR0_UART0_RTSn/MII2_CRS/EPWM23_A/ GPMC0_WAIT0/GPIO89	PR0_PRU0_GPO8/EPWM23_B/GPMC0_WPn/GPIO90	ICSS_MII0_RXLINK	122
123	ICSS_MII0_RXCLK	PR0_PRU0_GPO6/RMII2_REF_CLK/RGMII2_RXC/MII2_RXCLK/EPWM24_A/ GPMC0_CSn1/GPIO91	PR0_PRU0_GPO4/RGMII2_RX_CTL/MII2_RXDV/EPWM24_B/GPMC0_A0/ GPIO92	ICSS_MII0_RXDV	124
125	ICSS_MII0_RXD0	PR0_PRU0_GPO0/RMII2_RXD0/RGMII2_RD0/MII2_RXD0/EPWM25_A/ GPMC0_A1/GPIO93	PR0_PRU0_GPO1/RMII2_RXD1/RGMII2_RD1/MII2_RXD1/EPWM25_B/ GPMC0_A2/GPIO94	ICSS_MII0_RXD1	126
127	ICSS_MII0_RXD2	PR0_PRU0_GPO2/RGMII2_RD2/MII2_RXD2/EPWM26_A/GPMC0_A3/GPIO95	PR0_PRU0_GPO3/RGMII2_RD3/MII2_RXD3/EPWM26_B/GPMC0_A4/GPIO96	ICSS_MII0_RXD3	128
129	ICSS_MII0_TXCLK	PR0_PRU0_GPO16/RGMII2_TXC/MII2_TXCLK/EPWM27_A/GPMC0_A5/GPIO97	PR0_PRU0_GPO15/RMII2_TX_EN/RGMII2_TX_CTL/MII2_TX_EN/EPWM27_B/ GPMC0_A6/GPIO98	ICSS_MII0_TXEN	130

表 2-32. HSEC 引脚排列 (continued)

引脚编号	封装信号名称	多路复用信号选项	多路复用信号选项	信号封装名称	引脚编号
131	ICSS_MII0_TXD0	PR0_PRU0_GPO11/RMII2_TXD0/RGMII2_TD0/MII2_TXD0/EPWM28_A/GPMC0_A7/GPIO99	PR0_PRU0_GPO12/RMII2_TXD1/RGMII2_TD1/MII2_TXD1/EPWM28_B/GPMC0_A8/GPIO100	ICSS_MII0_TXD1	132
133	ICSS_MII0_TXD2	PR0_PRU0_GPO14/RGMII2_TD3/MII2_TXD3/EPWM29_B/GPMC0_A10/GPIO102	PR0_PRU0_GPO14/RGMII2_TD3/MII2_TXD3/EPWM29_B/GPMC0_A10/GPIO102	ICSS_MII0_TXD3	134
135	GND	GND	NC	NC	136
137	ICSS_MII1_RXER	PR0_PRU1_GPO5/TRC_DATA0/EPWM30_A/GPMC0_OEn_REn/GPIO103	PR0_PRU1_GPO9/PR0_UART0_RXD/TRC_DATA1/EPWM30_B/GPMC0_BE0n_CLE/GPIO104	ICSS_MII1_COL	138
139	ICSS_MII1_CRS	PR0_PRU1_GPO10/PR0_UART0_TXD/TRC_DATA2/EPWM31_A/GPMC0_BE1n/GPIO105	PR0_PRU1_GPO8/TRC_DATA3/EPWM31_B/GPMC0_WEn/GPIO106	ICSS_MII1_RXLINK	140
141	ICSS_MII1_RXCLK	PR0_PRU1_GPO6/FSITX2_CLK/TRC_DATA4/GPMC0_A11/GPIO107	PR0_PRU1_GPO4/FSITX2_DATA0/TRC_DATA5/GPMC0_A12/GPIO108	ICSS_MII1_RXDV	142
143	ICSS_MII1_RXD0	PR0_PRU1_GPO0/FSITX2_DATA1/TRC_DATA6/GPMC0_A13/GPIO109	PR0_PRU1_GPO1/FSIRX2_CLK/TRC_DATA7/GPMC0_A14/GPIO110	ICSS_MII1_RXD1	144
145	ICSS_MII1_RXD2	PR0_PRU1_GPO2/FSIRX2_DATA0/TRC_DATA8/GPMC0_A15/GPIO111	PR0_PRU1_GPO3/FSIRX2_DATA1/TRC_DATA9/GPMC0_A16/GPIO112	ICSS_MII1_RXD3	146
147	ICSS_MII1_TXCLK	PR0_PRU1_GPO16/FSITX3_CLK/TRC_DATA10/GPMC0_A17/GPIO113	PR0_PRU1_GPO15/FSITX3_DATA0/TRC_DATA11/GPMC0_A18/GPIO114	ICSS_MII1_TXEN	148
149	ICSS_MII1_TXD0	PR0_PRU1_GPO11/FSITX3_DATA1/TRC_DATA12/GPMC0_A19/GPIO115	PR0_PRU1_GPO12/FSIRX3_CLK/TRC_DATA13/GPMC0_A20/GPIO116	ICSS_MII1_TXD1	150
151	ICSS_MII1_TXD2	PR0_PRU1_GPO13/FSIRX3_DATA0/TRC_DATA14/XBAROUT11/GPMC0_A21/GPIO117	PR0_PRU1_GPO14/FSIRX3_DATA1/TRC_DATA15/XBAROUT12/GPMC0_CSn0/GPIO118	ICSS_MII1_TXD3	152
153	GPMC0_AD0	EPWM13_A/UART1_RIn/GPMC0_AD0/GPIO69	EPWM13_B/UART1_DTRn/GPMC0_AD1/GPIO70	GPMC0_AD1	154
155	GPMC0_AD2	EPWM14_A/UART1_DSRn/GPMC0_AD2/GPIO71	EPWM14_B/MII1_RX_ER/GPMC0_AD3/GPIO72	GPMC0_AD3	156
157	GND	GND	HSEC_5V0	HSEC_5V0	158
159	GPMC0_AD4	EPWM15_A/UART5_TXD/MII1_COL/GPMC0_AD4/GPIO73	EPWM15_B/UART5_RXD/MII1_CRS/GPMC0_AD5/GPIO74	GPMC0_AD5	160
161	GPMC0_AD6	UART1_RXD/LIN1_RXD/EPWM16_A/GPMC0_AD6/GPIO75	UART1_TXD/LIN1_TXD/EPWM16_B/GPMC0_AD7/GPIO76	GPMC0_AD7	162
163	GPMC0_AD8	MMC0_CLK/UART0_RXD/LIN0_RXD/EPWM17_A/GPMC0_AD8/GPIO77/SDFM1_CLK0	MMC0_CMD/UART0_TXD/LIN0_TXD/EPWM17_B/GPMC0_AD9/GPIO78/SDFM1_D0	GPMC0_AD9	164
165	GPMC0_AD10	MMC0_D0/UART2_RXD/I2C1_SCL/EPWM18_A/GPMC0_AD10/GPIO79/SDFM1_CLK1	MMC0_D1/EPWM18_B/GPMC0_AD11/GPIO80/SDFM1_D1	GPMC0_AD11	166
167	GPMC0_AD12	MMC0_D2/UART2_TXD/I2C1_SDA/EPWM19_A/GPMC0_AD12/GPIO81/SDFM1_CLK2	MMC0_D3/UART3_RTSn/EPWM19_B/GPMC0_AD13/GPIO82/SDFM1_D2	GPMC0_AD13	168
169	GPMC0_AD14	MMC0_WP/UART0_RTSn/I2C2_SCL/EPWM20_A/GPMC0_AD14/GPIO83/SDFM1_CLK3	MMC0_CD/UART0_CTSn/I2C2_SDA/EPWM20_B/GPMC0_AD15/GPIO84/SDFM1_D3	GPMC0_AD15	170
171	NC	NC	NC	NC	172
173	NC	NC	NC	NC	174
175	NC	NC	NC	NC	176
177	NC	NC	NC	NC	178
179	GND	GND	HSEC_5V0	HSEC_5V0	180

表 2-33. 引脚多路复用映射表

引脚编号	引脚列表	模式 0	模式 1	模式 2	模式 3	模式 4	模式 5	模式 6	模式 7	模式 8	模式 9
U16	ADC_CAL0	ADC_CAL0									
T15	ADC_CAL1	ADC_CAL1									
V14	ADC_VREFHI_G0	ADC_VREFHI_G0									
V10	ADC_VREFHI_G1	ADC_VREFHI_G1									
V6	ADC_VREFHI_G2	ADC_VREFHI_G2									

表 2-33. 引脚多路复用映射表 (continued)

引脚编号	引脚列表	模式 0	模式 1	模式 2	模式 3	模式 4	模式 5	模式 6	模式 7	模式 8	模式 9
V13	ADC_VREFLO_G0	ADC_VREFLOSRC0									
V11	ADC_VREFLO_G1	ADC_VREFLO1									
V7	ADC_VREFLO_G2	ADC_VREFLOSRC1									
V15	ADC0_AIN0	ADC0_AIN0									
U15	ADC0_AIN1	ADC0_AIN1									
T14	ADC0_AIN2	ADC0_AIN2									
U14	ADC0_AIN3	ADC0_AIN3									
U13	ADC0_AIN4	ADC0_AIN4									
R14	ADC0_AIN5	ADC0_AIN5									
T11	ADC1_AIN0	ADC1_AIN0									
U11	ADC1_AIN1	ADC1_AIN1									
T12	ADC1_AIN2	ADC1_AIN2									
V12	ADC1_AIN3	ADC1_AIN3									
U12	ADC1_AIN4	ADC1_AIN4									
R12	ADC1_AIN5	ADC1_AIN5									
R10	ADC2_AIN0	ADC2_AIN0									
T10	ADC2_AIN1	ADC2_AIN1									
U10	ADC2_AIN2	ADC2_AIN2									
T9	ADC2_AIN3	ADC2_AIN3									
V9	ADC2_AIN4	ADC2_AIN4									
T8	ADC2_AIN5	ADC2_AIN5									
U7	ADC3_AIN0	ADC3_AIN0									
U8	ADC3_AIN1	ADC3_AIN1									
T7	ADC3_AIN2	ADC3_AIN2									
R7	ADC3_AIN3	ADC3_AIN3									
V8	ADC3_AIN4	ADC3_AIN4									
U9	ADC3_AIN5	ADC3_AIN5									
U6	ADC4_AIN0	ADC4_AIN0									
V5	ADC4_AIN1	ADC4_AIN1									
V4	ADC4_AIN2	ADC4_AIN2									
U5	ADC4_AIN3	ADC4_AIN3									
V3	ADC4_AIN4	ADC4_AIN4									
U4	ADC4_AIN5	ADC4_AIN5									
U3	ATESTV0	ATESTV0									
V2	ATESTV1	ATESTV1									
M2	CLKOUT0	CLKOUT0							GPIO138		
T5	DAC_OUT	DAC_OUT									
T13	DAC_VREF0	DAC_VREF0									
T6	DAC_VREF1	DAC_VREF1									

表 2-33. 引脚多路复用映射表 (continued)

引脚编号	引脚列表	模式 0	模式 1	模式 2	模式 3	模式 4	模式 5	模式 6	模式 7	模式 8	模式 9
B2	EPWM0_A	EPWM0_A							GPIO43		
B1	EPWM0_B	EPWM0_B							GPIO44		
D3	EPWM1_A	EPWM1_A							GPIO45		
D2	EPWM1_B	EPWM1_B							GPIO46		
G4	EPWM10_A	EPWM10_A	UART1_CTSn					FSIRX2_DATA0	GPIO63		
J3	EPWM10_B	EPWM10_B	UART2_RTSn					FSIRX2_DATA1	GPIO64		
H1	EPWM11_A	EPWM11_A	UART2_CTSn					GPMC0_CLKLB	GPIO65		
J1	EPWM11_B	EPWM11_B	UART3_RTSn					GPMC0_OEn_REn	GPIO66		
K2	EPWM12_A	EPWM12_A	UART3_CTSn	SPI4_CS1				GPMC0_WEn	GPIO67		
J4	EPWM12_B	EPWM12_B	UART1_DCDn					GPMC0_CSn0	GPIO68		
K4	EPWM13_A	EPWM13_A	UART1_RIn					GPMC0_AD0	GPIO69		
K3	EPWM13_B	EPWM13_B	UART1_DTRn					GPMC0_AD1	GPIO70		
V17	EPWM14_A	EPWM14_A	UART1_DSRn					GPMC0_AD2	GPIO71		
T16	EPWM14_B	EPWM14_B		MII1_RX_ER				GPMC0_AD3	GPIO72		
P15	EPWM15_A	EPWM15_A	UART5_TXD	MII1_COL				GPMC0_AD4	GPIO73		
R16	EPWM15_B	EPWM15_B	UART5_RXD	MII1_CRS				GPMC0_AD5	GPIO74		
C2	EPWM2_A	EPWM2_A							GPIO47		
C1	EPWM2_B	EPWM2_B							GPIO48		
E2	EPWM3_A	EPWM3_A							GPIO49		
E3	EPWM3_B	EPWM3_B							GPIO50		
D1	EPWM4_A	EPWM4_A							GPIO51		
E4	EPWM4_B	EPWM4_B						FSITX1_CLK	GPIO52		
F2	EPWM5_A	EPWM5_A						FSITX1_DATA0	GPIO53		
G2	EPWM5_B	EPWM5_B						FSITX1_DATA1	GPIO54		
E1	EPWM6_A	EPWM6_A						FSIRX1_CLK	GPIO55		
F3	EPWM6_B	EPWM6_B						FSIRX1_DATA0	GPIO56		
F4	EPWM7_A	EPWM7_A						FSIRX1_DATA1	GPIO57		
F1	EPWM7_B	EPWM7_B							GPIO58		
G3	EPWM8_A	EPWM8_A	UART4_TXD	I2C3_SDA				FSITX2_CLK	GPIO59		
H2	EPWM8_B	EPWM8_B	UART4_RXD	I2C3_SCL				FSITX2_DATA0	GPIO60		
G1	EPWM9_A	EPWM9_A						FSITX2_DATA1	GPIO61		
J2	EPWM9_B	EPWM9_B	UART1_RTSn					FSIRX2_CLK	GPIO62		
B14	EQEP0_A	UART4_RTSn			SPI4_CLK				GPIO130	EQEP0_A	SDFM1_CLK0
A14	EQEP0_B	UART4_CTSn			SPI4_CS0				GPIO131	EQEP0_B	SDFM1_D0
D11	EQEP0_INDEX	UART4_RXD	LIN4_RXD		SPI4_D1				GPIO133	EQEP0_INDEX	SDFM1_D1
C12	EQEP0_STROBE	UART4_TXD	LIN4_TXD		SPI4_D0				GPIO132	EQEP0_STROBE	SDFM1_CLK1
P2	EXT_REFCLK0	EXT_REFCLK0					XBAROUT15		GPIO121		EQEP1_INDEX
A13	I2C0_SCL	I2C0_SCL							GPIO135	EQEP2_B	SDFM1_CLK3
B13	I2C0_SDA	I2C0_SDA							GPIO134	EQEP2_A	SDFM1_CLK2
D7	I2C1_SCL	I2C1_SCL		SPI3_CS0			XBAROUT7		GPIO23		
C8	I2C1_SDA	I2C1_SDA		SPI3_CLK			XBAROUT8		GPIO24		

表 2-33. 引脚多路复用映射表 (continued)

引脚编号	引脚列表	模式 0	模式 1	模式 2	模式 3	模式 4	模式 5	模式 6	模式 7	模式 8	模式 9
A9	LIN1_RXD	LIN1_RXD	UART1_RXD	SPI2_CS0			XBAROUT5		GPIO19		
B9	LIN1_TXD	LIN1_TXD	UART1_TXD	SPI2_CLK			XBAROUT6		GPIO20		
B8	LIN2_RXD	LIN2_RXD	UART2_RXD	SPI2_D0					GPIO21		
A8	LIN2_TXD	LIN2_TXD	UART2_TXD	SPI2_D1					GPIO22		
M1	MCAN0_RX	MCAN0_RX	SPI4_CS0						GPIO7		
L1	MCAN0_TX	MCAN0_TX	SPI4_CLK						GPIO8		
L2	MCAN1_RX	MCAN1_RX	SPI4_D0						GPIO9		
K1	MCAN1_TX	MCAN1_TX	SPI4_D1						GPIO10		
A12	MCAN2_RX	MCAN2_RX	UART2_RTSn						GPIO137	EQEP2_INDEX	SDFM1_D3
B12	MCAN2_TX	MCAN2_TX	UART1_RTSn						GPIO136	EQEP2_STROBE	SDFM1_D2
M17	MDIO0_MDC	MDIO0_MDC							GPIO42		
N16	MDIO0_MDIO	MDIO0_MDIO							GPIO41		
A5	MMC0_CD	MMC0_CD	UART0_CTSn	I2C2_SDA			EPWM20_B	GPMC0_AD15	GPIO84	SDFM1_D3	
B6	MMC0_CLK	MMC0_CLK	UART0_RXD	LIN0_RXD			EPWM17_A	GPMC0_AD8	GPIO77	SDFM1_CLK0	
A4	MMC0_CMD	MMC0_CMD	UART0_TXD	LIN0_TXD			EPWM17_B	GPMC0_AD9	GPIO78	SDFM1_D0	
B5	MMC0_D0	MMC0_D0	UART2_RXD	I2C1_SCL			EPWM18_A	GPMC0_AD10	GPIO79	SDFM1_CLK1	
B4	MMC0_D1	MMC0_D1					EPWM18_B	GPMC0_AD11	GPIO80	SDFM1_D1	
A3	MMC0_D2	MMC0_D2	UART2_TXD	I2C1_SDA			EPWM19_A	GPMC0_AD12	GPIO81	SDFM1_CLK2	
A2	MMC0_D3	MMC0_D3	UART3_RTSn				EPWM19_B	GPMC0_AD13	GPIO82	SDFM1_D2	
C6	MMC0_WP	MMC0_WP	UART0_RTSn	I2C2_SCL			EPWM20_A	GPMC0_AD14	GPIO83	SDFM1_CLK3	
R2	PORZ	PORZ									
L18	PR0_MDIO0_MDC	PR0_MDIO0_MDC					EPWM21_B	GPMC0_CSn3	GPIO86		
L17	PR0_MDIO0_MDIO	PR0_MDIO0_MDIO					EPWM21_A	GPMC0_CSn2	GPIO85		
K17	PR0_PRU0_GPO0	PR0_PRU0_GPIO0		RMII2_RXD0	RGMII2_RD0	MII2_RXD0	EPWM25_A	GPMC0_A1	GPIO93		
K18	PR0_PRU0_GPO1	PR0_PRU0_GPIO1		RMII2_RXD1	RGMII2_RD1	MII2_RXD1	EPWM25_B	GPMC0_A2	GPIO94		
G18	PR0_PRU0_GPO10	PR0_PRU0_GPIO10		RMII2_CRS_DV	PR0_UART0_RTSn	MII2_CRS	EPWM23_A	GPMC0_WAIT0	GPIO89		
M16	PR0_PRU0_GPO11	PR0_PRU0_GPIO11		RMII2_TXD0	RGMII2_TD0	MII2_TXD0	EPWM28_A	GPMC0_A7	GPIO99		
M15	PR0_PRU0_GPO12	PR0_PRU0_GPIO12		RMII2_TXD1	RGMII2_TD1	MII2_TXD1	EPWM28_B	GPMC0_A8	GPIO100		
H17	PR0_PRU0_GPO13	PR0_PRU0_GPIO13			RGMII2_TD2	MII2_TXD2	EPWM29_A	GPMC0_A9	GPIO101		
H16	PR0_PRU0_GPO14	PR0_PRU0_GPIO14			RGMII2_TD3	MII2_TXD3	EPWM29_B	GPMC0_A10	GPIO102		
L16	PR0_PRU0_GPO15	PR0_PRU0_GPIO15		RMII2_TX_EN	RGMII2_TX_CTL	MII2_TX_EN	EPWM27_B	GPMC0_A6	GPIO98		
H18	PR0_PRU0_GPO16	PR0_PRU0_GPIO16			RGMII2_TXC	MII2_TXCLK	EPWM27_A	GPMC0_A5	GPIO97		
J18	PR0_PRU0_GPO2	PR0_PRU0_GPIO2			RGMII2_RD2	MII2_RXD2	EPWM26_A	GPMC0_A3	GPIO95		

表 2-33. 引脚多路复用映射表 (continued)

引脚编号	引脚列表	模式 0	模式 1	模式 2	模式 3	模式 4	模式 5	模式 6	模式 7	模式 8	模式 9
J17	PR0_PRU0_GPO3	PR0_PRU0_GPI03			RGMI2_RD3	MII2_RXD3	EPWM26_B	GPMC0_A4	GPIO96		
K16	PR0_PRU0_GPO4	PR0_PRU0_GPI04			RGMI2_RX_CTL	MII2_RXDV	EPWM24_B	GPMC0_A0	GPIO92		
G17	PR0_PRU0_GPO5	PR0_PRU0_GPI05		RMII2_RX_ER		MII2_RX_ER	EPWM22_A	GPMC0_DIR	GPIO87		
K15	PR0_PRU0_GPO6	PR0_PRU0_GPI06		RMII2_REF_CLK	RGMI2_RXC	MII2_RXCLK	EPWM24_A	GPMC0_CSn1	GPIO91		
G15	PR0_PRU0_GPO8	PR0_PRU0_GPI08					EPWM23_B	GPMC0_WPh	GPIO90		
F17	PR0_PRU0_GPO9	PR0_PRU0_GPI09			PR0_UART0_CTSn	MII2_COL	EPWM22_B	GPMC0_CLK	GPIO88		
F18	PR0_PRU1_GPO0	PR0_PRU1_GPI00			FSITX2_DATA1	TRC_DATA6		GPMC0_A13	GPIO109		
G16	PR0_PRU1_GPO1	PR0_PRU1_GPI01			FSIRX2_CLK	TRC_DATA7		GPMC0_A14	GPIO110		
D17	PR0_PRU1_GPO10	PR0_PRU1_GPI010			PR0_UART0_TXD	TRC_DATA2	EPWM31_A	GPMC0_BE1n	GPIO105		
B18	PR0_PRU1_GPO11	PR0_PRU1_GPI011			FSITX3_DATA1	TRC_DATA12		GPMC0_A19	GPIO115		
B17	PR0_PRU1_GPO12	PR0_PRU1_GPI012			FSIRX3_CLK	TRC_DATA13		GPMC0_A20	GPIO116		
D16	PR0_PRU1_GPO13	PR0_PRU1_GPI013			FSIRX3_DATA0	TRC_DATA14	XBAROUT11	GPMC0_A21	GPIO117		
C17	PR0_PRU1_GPO14	PR0_PRU1_GPI014			FSIRX3_DATA1	TRC_DATA15	XBAROUT12	GPMC0_CSn0	GPIO118		
A17	PR0_PRU1_GPO15	PR0_PRU1_GPI015			FSITX3_DATA0	TRC_DATA11		GPMC0_A18	GPIO114		
C16	PR0_PRU1_GPO16	PR0_PRU1_GPI016			FSITX3_CLK	TRC_DATA10		GPMC0_A17	GPIO113		
C15	PR0_PRU1_GPO18	PR0_PRU1_GPI018		UART3_TXD	PR0_IEP0_EDIO_D ATA_IN_OUT31	TRC_CTL	XBAROUT14	GPMC0_WAIT1	GPIO120		EQEP1_B
D15	PR0_PRU1_GPO19	PR0_PRU1_GPI019		UART3_RXD	PR0_IEP0_EDC_S YNC_OUT0	TRC_CLK	XBAROUT13		GPIO119		EQEP1_A
E17	PR0_PRU1_GPO2	PR0_PRU1_GPI02			FSIRX2_DATA0	TRC_DATA8		GPMC0_A15	GPIO111		
E18	PR0_PRU1_GPO3	PR0_PRU1_GPI03			FSIRX2_DATA1	TRC_DATA9		GPMC0_A16	GPIO112		
F16	PR0_PRU1_GPO4	PR0_PRU1_GPI04			FSITX2_DATA0	TRC_DATA5		GPMC0_A12	GPIO108		
F15	PR0_PRU1_GPO5	PR0_PRU1_GPI05				TRC_DATA0	EPWM30_A	GPMC0_OEn_REn	GPIO103		
E16	PR0_PRU1_GPO6	PR0_PRU1_GPI06			FSITX2_CLK	TRC_DATA4		GPMC0_A11	GPIO107		
D18	PR0_PRU1_GPO8	PR0_PRU1_GPI08				TRC_DATA3	EPWM31_B	GPMC0_WEn	GPIO106		
C18	PR0_PRU1_GPO9	PR0_PRU1_GPI09			PR0_UART0_RXD	TRC_DATA1	EPWM30_B	GPMC0_BE0n_CLE	GPIO104		
N2	QSPI0_CLK	QSPI0_CLK							GPIO2		
P1	QSPI0_CSn0	QSPI0_CSn0							GPIO0		

表 2-33. 引脚多路复用映射表 (continued)

引脚编号	引脚列表	模式 0	模式 1	模式 2	模式 3	模式 4	模式 5	模式 6	模式 7	模式 8	模式 9
R3	QSPI0_CSN1	QSPI0_CSn1					XBAROUT0		GPIO1		
N1	QSPI0_D0	QSPI0_D0							GPIO3		
N4	QSPI0_D1	QSPI0_D1							GPIO4		
M4	QSPI0_D2	QSPI0_D2							GPIO5		
P3	QSPI0_D3	QSPI0_D3							GPIO6		
U17	RGMII1_RD0	RGMII1_RD0	RMII1_RXD0	MII1_RXD0				FSITX0_DATA1	GPIO31	EQEP2_STROBE	
T17	RGMII1_RD1	RGMII1_RD1	RMII1_RXD1	MII1_RXD1				FSIRX0_CLK	GPIO32	EQEP2_INDEX	
U18	RGMII1_RD2	RGMII1_RD2		MII1_RXD2				FSIRX0_DATA0	GPIO33	EQEP0_A	
T18	RGMII1_RD3	RGMII1_RD3		MII1_RXD3				FSIRX0_DATA1	GPIO34	EQEP0_B	
R18	RGMII1_RX_CTL	RGMII1_RX_CTL	RMII1_RX_ER	MII1_RXDV				FSITX0_DATA0	GPIO30	EQEP2_B	
R17	RGMII1_RXC	RGMII1_RXC	RMII1_REF_CLK	MII1_RXCLK				FSITX0_CLK	GPIO29	EQEP2_A	
P16	RGMII1_TD0	RGMII1_TD0	RMII1_TXD0	MII1_TXD0				FSITX1_DATA1	GPIO37	EQEP1_A	
P17	RGMII1_TD1	RGMII1_TD1	RMII1_TXD1	MII1_TXD1				FSIRX1_CLK	GPIO38	EQEP1_B	
P18	RGMII1_TD2	RGMII1_TD2	RMII1_CRS_DV	MII1_TXD2				FSIRX1_DATA0	GPIO39	EQEP1_STROBE	
N17	RGMII1_TD3	RGMII1_TD3		MII1_TXD3				FSIRX1_DATA1	GPIO40	EQEP1_INDEX	
M18	RGMII1_TX_CTL	RGMII1_TX_CTL	RMII1_TX_EN	MII1_TX_EN				FSITX1_DATA0	GPIO36	EQEP0_STROBE	
N18	RGMII1_TXC	RGMII1_TXC		MII1_TXCLK				FSITX1_CLK	GPIO35	EQEP0_INDEX	
D4	SAFETY_ERRORN	SAFETY_ERRORn									
B16	SDFM0_CLK0	CLKOUT1							GPIO122	SDFM0_CLK0	EQEP1_STROBE
A16	SDFM0_CLK1	PR0_PRU1_GPIO7	CPTS0_TS_SYNC	UART5_RTSn	PR0_IEP0_EDC_SYNC_OUT1		I2C3_SDA		GPIO124	SDFM0_CLK1	
B15	SDFM0_CLK2	UART5_TXD					I2C3_SCL	GPMC0_ADVn_ALE	GPIO126	SDFM0_CLK2	
A15	SDFM0_CLK3	MCAN3_TX	UART5_RXD						GPIO128	SDFM0_CLK3	
D14	SDFM0_D0	PR0_ECAP0_APWM_OUT							GPIO123	SDFM0_D0	
D13	SDFM0_D1	PR0_PRU1_GPIO17		UART5_CTSn	PR0_IEP0_EDIO_DATA_IN_OUT30				GPIO125	SDFM0_D1	
C13	SDFM0_D2	UART5_RXD							GPIO127	SDFM0_D2	
C14	SDFM0_D3	MCAN3_RX							GPIO129	SDFM0_D3	
A11	SPI0_CLK	SPI0_CLK	UART3_TXD	LIN3_TXD				FSITX0_CLK	GPIO12		
C11	SPI0_CS0	SPI0_CS0	UART3_RXD	LIN3_RXD					GPIO11		
C10	SPI0_D0	SPI0_D0						FSITX0_DATA0	GPIO13		
B11	SPI0_D1	SPI0_D1						FSITX0_DATA1	GPIO14		
A10	SPI1_CLK	SPI1_CLK	UART4_RXD	LIN4_RXD			XBAROUT2	FSIRX0_CLK	GPIO16		
C9	SPI1_CS0	SPI1_CS0	UART4_TXD	LIN4_TXD			XBAROUT1		GPIO15		
B10	SPI1_D0	SPI1_D0	UART5_TXD				XBAROUT3	FSIRX0_DATA0	GPIO17		
D9	SPI1_D1	SPI1_D1	UART5_RXD				XBAROUT4	FSIRX0_DATA1	GPIO18		
B3	TCK	TCK									
C5	TDI	TDI									
C4	TDO	TDO									
U1	TEMPCAL	TEMPCAL									

表 2-33. 引脚多路复用映射表 (continued)

引脚编号	引脚列表	模式 0	模式 1	模式 2	模式 3	模式 4	模式 5	模式 6	模式 7	模式 8	模式 9
D5	TMS	TMS									
B7	UART0_CTSn	UART0_CTSn	I2C2_SDA	SPI3_D1	MCAN3_RX	SPI0_CS1	XBAROUT10		GPIO26		
C7	UART0_RTSn	UART0_RTSn	I2C2_SCL	SPI3_D0	MCAN3_TX		XBAROUT9		GPIO25		
A7	UART0_RXD	UART0_RXD	LIN0_RXD						GPIO27		
A6	UART0_TXD	UART0_TXD	LIN0_TXD						GPIO28		
L3	UART1_RXD	UART1_RXD	LIN1_RXD				EPWM16_A	GPMC0_AD6	GPIO75		
M3	UART1_TXD	UART1_TXD	LIN1_TXD				EPWM16_B	GPMC0_AD7	GPIO76		
U2	VSYS_MON	VSYS_MON									
C3	WARMRSTn	WARMRSTn									
T1	XTAL_XI	XTAL_XI									
R1	XTAL_XO	XTAL_XO									

3 软件

3.1 安装 SDK

TMDSCNCD263-PMIC 将一次性版本的 SDK 用于示例 CCS 工程。可在此处下载一次性 SDK：[MCU-PLUS-SDK-AM263-PMIC](#)。此 SDK 版本已经过验证，并包含原始 TMDSCNCD263 的示例以及用于汽车以太网接口和 PMIC 的新驱动程序。

4 硬件设计文件

备注

本用户指南与仅作为 E1 版本发布的 TMDSCNCD263-PMIC 相关。生成 E2 原理图和布局文件是为了解决 E1 设计的一些问题。

备注

如果此设计用作参考，请使用 E2 版本的原理图和布局。

要下载包含 EVM E1 和 E2 版本设计文件的 zip 文件，请点击以下[链接](#)。

5 其他信息

5.1 商标

Texas Instruments™, E2E™, and Sitara™ are trademarks of Texas Instruments.
所有商标均为其各自所有者的财产。

5.2 E1 设计硬件修改

下一节介绍了对每个 E1 控制卡所做的硬件修改。

1. TUSB320 CC 控制器 GPIO 模式

- TUSB320 旨在用于 GPIO 模式，以协商 Type-C CC 引脚是否代表电源，该电源是控制卡的理想选择。要将 TUSB320 设为 GPIO 模式，ADDR 引脚需要悬空，因此移除了 R170。
- 修改 1：
 - 移除 R170



图 5-1. 修改 1

2. 旁路 PMIC VSYS_3V3C 电源

- PMIC LDO 输出 VSOUT2 用于为 VSYS_3V3C 电源网供电。VSYS_3V3C 用于为各种外设电路的负载供电，其中许多电路是 AM263x 复位和启动所需的。

- PMIC LDO 输出 VSOUT2 默认情况下处于禁用状态，需要从 AM263x 写入 SPI 寄存器才能在初始启动后启用。
- 作为权变措施，VSYS_3V3C 电源轨与 VSYS_3V3A PMIC 输出短接。
- 修改 2：
 - 从 PMIC 提起引脚 U30.29，以断开 PMIC 的 LDO 输出
 - 使用 22GA 导线将 TP359 和 TP362 短接

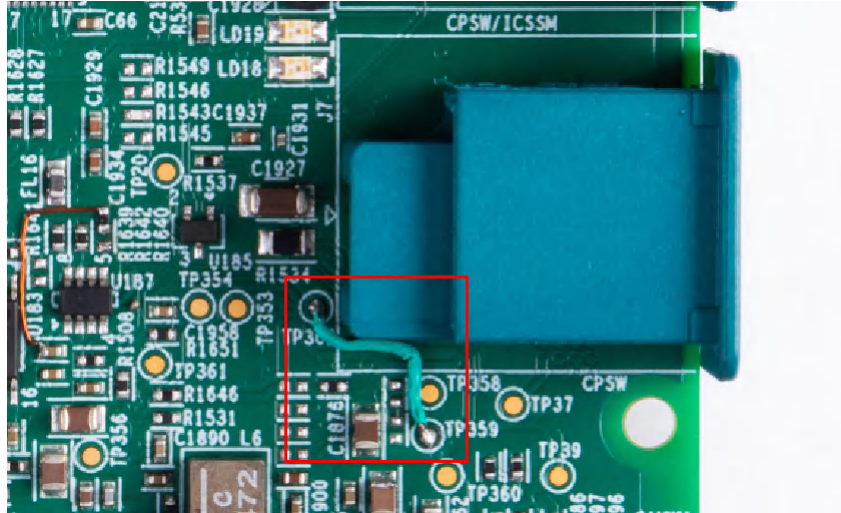


图 5-2. 修改 2

3. TPS37042A30 启动 RESET 输出瞬态

- TPS37042A30 电源监控器 (U187) 开漏输出 RESET1# 和 RESET2# 会在初始 3.3V (VSYS_3V3A) 和 1.2V (VSYS_1V2) 上电期间导致瞬态 PORZ 置为有效。
- 这些开漏输出会被拉至 USB-C/HSEC 提供的 VMAIN 5.0V 电源。VMAIN 电源在启动期间表现出噪声行为，并导致这些开漏 I/O 提供有故障的 PORZ。通过将 U187 RESET1# 和 RESET2# 输出上拉电阻更改为参考 PMIC 提供的 VDD_5V0，会创建一个功能性 PORZ。
- 修改 3：
 - 移除 R1640
 - 在 R1640 电阻位置的 RESET# 输出焊盘上安装 10k Ω 上拉电阻
 - 将另一个 10k Ω 电阻焊盘连接到 VDD_5V0 电源网

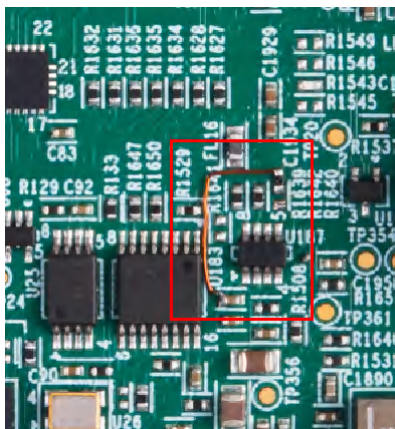


图 5-3. 修改 3

6 参考文献

6.1 参考文档

除了本文档外，还可以从 www.ti.com 下载以下参考资料。

- [AM2634 Sitara™ 微控制器](#)
- [AM263x Sitara™ 微控制器数据表](#)
- [AM263x Sitara™ 微控制器技术参考手册](#)
- [AM263x Sitara™ 微控制器器件勘误表](#)
- [德州仪器 \(TI\) Code Composer Studio](#)
- [更新 XDS110 固件](#)
 - 为了查找序列号，只需按照更新 XDS110 固件的步骤 1 和步骤 2 步

6.2 此设计中使用的其他 TI 组件

此控制卡使用各种其他 TI 元件来实现其功能。下面展示了这些组件的汇总清单及其 TI 产品数据表链接。

- [TPS22918 负载开关](#)
- [TMP411 温度传感器](#)
- [TCAN1042-Q1 CAN 收发器](#)
- [XDS110 JTAG 调试探针](#)
- [DP83869HM 10/100/1000 以太网物理层收发器](#)
- [DP83826 10/100 工业以太网 PHY](#)
- [TPS3711 电压检测器](#)
- [LMK1C110x LVCMOS 时钟缓冲器](#)
- [INA228 具有 I2C 接口的电流监控器](#)
- [TLIN2029-Q1 LIN 收发器](#)
- [TCA6408 8 位 I2C I/O 扩展器](#)
- [TPIC2810 具有 I2C 接口的 8 位 LED 驱动器](#)
- [TCA6416 16 位 I2C I/O 扩展器](#)
- [TUSB320LAI USB Type-C 配置通道逻辑和端口控制](#)
- [TPS212x 电源多路复用器](#)
- [TPS6291x 降压转换器](#)
- [TPS6217x 降压转换器](#)
- [TPS22918 负载开关](#)
- [TPS62097 降压转换器](#)
- [TPS389x 可调节电压监控器](#)

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 © 2023，德州仪器 (TI) 公司