

EVM User's Guide: BP-AM2BLDCSERVO

AM2x BLDC Servo Motor BoosterPack (BP-AM2BLDCSERVO)



说明

AM2x BLDC Servo Motor BoosterPack (BP-AM2BLDCSERVO) 是 Sitara AM2x MCU LaunchPad 开发板的扩充板, 可提供联网的工业 BLDC 伺服开发平台。该 BoosterPack 与 AM243x (LP-AM243) 和 (AM263x) LP-AM263 LaunchPad 开发板兼容, 可在最多两个轴上提供 BLDC 三相电机驱动、同相电流反馈、 Σ - Δ 电流反馈、工业绝对编码器, 并在一个轴上提供旋转变压器反馈。

附加的 AM2x LaunchPad 本身可提供一系列工业以太网、CAN、UART、LIN 以及 AM2x MCU 的其他连接和控制外设。此 LaunchPad 和 BoosterPack 系统共同提供了一个完整的平台, 用于对联网的工业 BLDC 伺服驱动器进行原型设计。

开始使用

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。

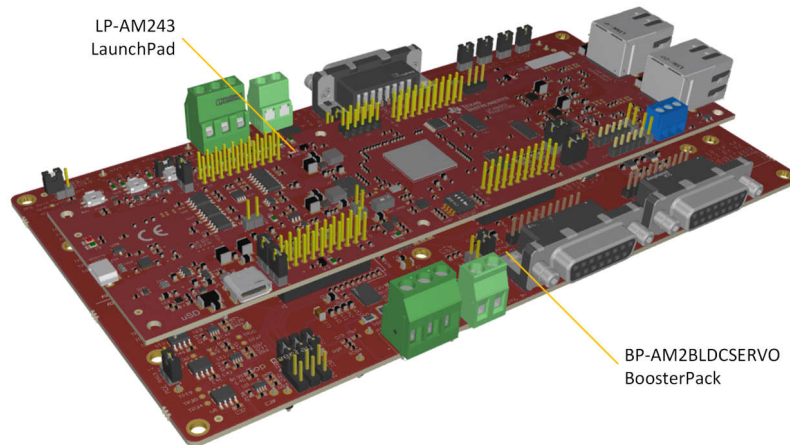
MCU+ Academy 具有易于使用的培训模块, 涵盖入门基础知识和高级开发主题。

特性

- BOOST-XL TI BoosterPack 设计 - 80 个与 AM2x LaunchPad 开发套件兼容的数字/模拟 I/O
- 两个轴上的三相 BLDC 电机驱动器具有 DRV8316R 24V/8A 单片栅极驱动和桥式放大器
- 两个轴 (6 通道) 通过 AMC1035D Σ - Δ 调制器和 INA241A 电流检测路径实现三相电流反馈
- 两个轴实现支持多种工业编码器标准的 RS-485 绝对编码器反馈
- 单轴旋转变压器反馈

应用

- [伺服驱动器通信模块](#)
- [伺服驱动器控制模块](#)
- [伺服驱动器位置反馈](#)
- [伺服驱动器位置传感器](#)
- [伺服驱动器功率级模块](#)



连接到 BP-AM2BLDCSERVO BoosterPack 的 LP-AM243 LaunchPad

1 评估模块概述

1.1 引言

BP-AM2BLDCSERVO BoosterPack 套件连接到兼容的 AM2x MCU LaunchPad MCU 电路板时，可提供工业 BLDC 伺服驱动器开发平台。

下图显示了基于 AM243x (ALX) 两轴伺服参考系统的参考软件/硬件解决方案。可同时使用 BP-AM2BLDCSERVO 和 LP-AM243 LaunchPad 对这种及类似的联网工业伺服驱动器架构进行试验。

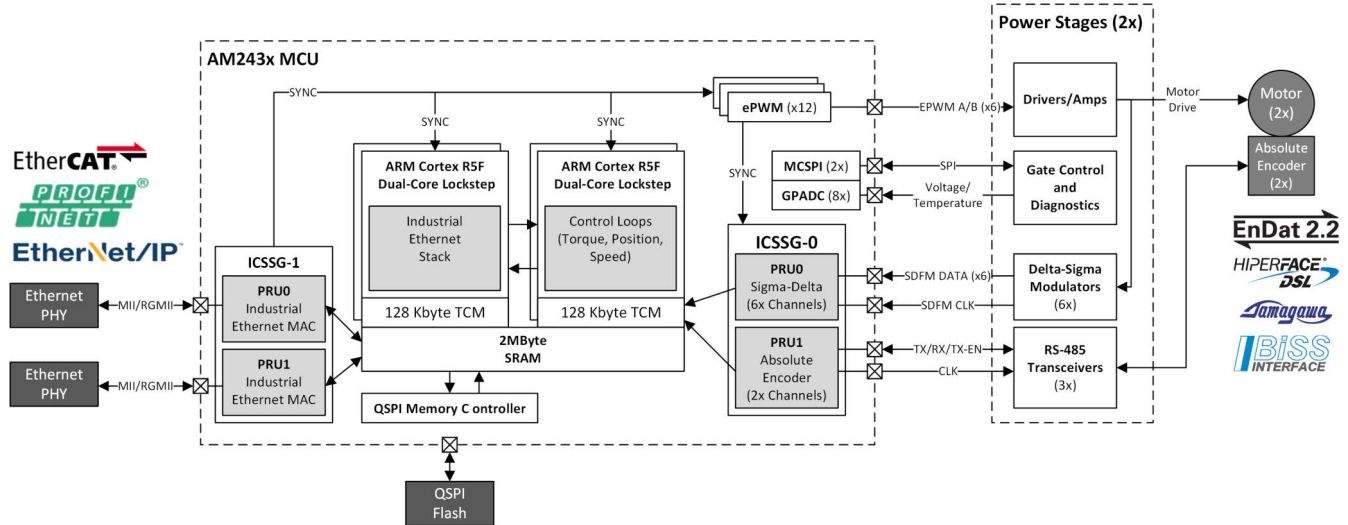


图 1-1. AM243x BLDC 电机驱动 - 两轴 BLDC 伺服场景

通过使用 AM2x 双 R5F 内核以及可编程实时单元 (PRU) 内核，AM2x MCU 能够创建一个灵活的硬件和软件架构，从而支持多种工业实时以太网标准和工业绝对编码器标准，并负责核心控制环路和监控任务。

1.2 套件内容

此套件仅附带 BP-AM2BLDCSERVO PCB 组件。

每个电机轴所需的其他元件（不包含在该套件中）：

- 24V (标称值)、8A (最大值) 台式直流电源
- 三相 BLDC 电机 - 最大电流消耗 8A (RMS)
- 在 EnDat22、HDSL 或 Tamagawa 协议上运行的绝对位置编码器

如有任何反馈意见或问题，请访问 TI 产品信息中心 (PIC) 和 TI E2E™ 论坛，其中提供了 Sitara MCU 和此 BP-AM2BLDCSERVO 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 5。

1.3 规格

BP-AM2BLDCSERVO 分为附带一些常见系统元件的 Axis-1 和 Axis-2 通道。来自连接的 MCU 的所有电机控制 I/O 均通过 BoosterPack 接头进行传递。螺钉端子用于为工作台直流电源和连接 BLDC 电机驱动输出提供快速连接点。

Axis-1 和 Axis-2 通道均包含一个 DRV8316 BLDC 三相电机驱动器、用于 2 线和 4 线绝对编码器通信的 RS-485 收发器，以及面向所有三相电机驱动器输出的基于 AMC1035D 的 Σ - Δ 电流反馈通道。

此外，Axis-1 还包括直接的 INA241A 电流检测放大器反馈通道（用于 MCU ADC 采样），以及旋转变压器激励和接收器放大器网络。

编码器 RS-485 收发器和旋转变压器放大器 I/O 路由至 Dsub15 母头连接器和可选的 100mil 间距接头（这些接头以最小间距排列），从而提供标准的连接器接口以及灵活的原型接头，以适应不同的编码器和旋转变压器引脚排列。

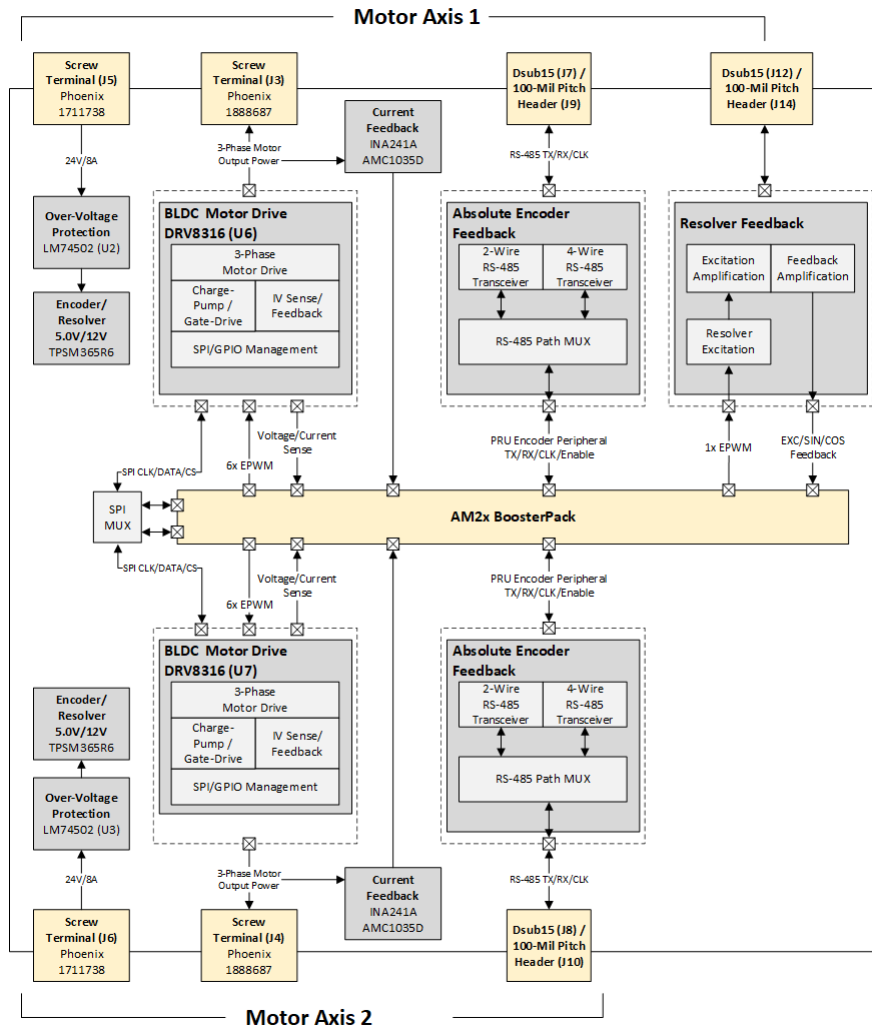


图 1-2. BP-AM2BLDCSERVO 系统方框图

1.4 器件信息

此 BoosterPack 是 LaunchPad 开发套件生态系统的一部分，适用于 Sitara™ 微控制器系列基于 Arm® Cortex®-R 的高性能微控制器。凭借先进的网络、实时控制和信号处理加速器，这些 MCU 可满足工业和汽车应用新兴的动态要求。

此 BoosterPack 旨在与 Sitara 微控制器 - LaunchPad 评估模块配合使用。TI 可提供针对特定器件的评估模块 (EVM) 设计，帮助快速启动产品开发。有关详细信息，请参阅 [AM263x LaunchPad](#) 和 [AM243x LaunchPad](#)。

以下列表重点介绍了此 BoosterPack 评估套件设计中使用的主要器件。

- **DRV8316**：具有集成电流检测功能的最大电压 40V、峰值电流 8A 三相电机驱动器。该器件用于为 MCU 提供电机驱动桥接网络，以驱动连接的三相 BLDC 电机。
- **INA241A**：具有增强型 PWM 抑制功能的 -5V 至 110V、双向、超精密电流检测放大器。INA241A 阵列用作分流电流检测放大器，以便从 DRV8316 电机驱动器提供三相电流反馈。
- **AMC1035**：具有 ±1V 双极输入和 2.5V 基准输出的精密 Δ - Σ 调制器。AMC1035 阵列可用于为电流检测反馈提供 Σ - Δ 数字调制。
- **LMK1C1108**：8 通道输出 LVCMOS 1.8V 缓冲器。用于将 Σ - Δ 时钟从连接的 MCU 分配到 AMC1035 调制器阵列。
- **THVD1450D**：具有 ±18kV IEC ESD 保护功能的 3.3V 至 5V RS-485 收发器。多个 THVD1450 用于为 3.3V MCU 绝对编码器接口提供 RS-485 收发器和线路驱动器功能。

- **LM74502**：具有负载断开和 OVP 功能的 3.2V 至 65V 工业 RPP 控制器。这些器件用于为电机和编码器分配网络提供过压和反极性保护。

此评估套件的构建中也使用了许多其他器件。详情请参阅 [BP-AM2BLDCSERVO 电路板设计文件](#)。

1.5 重要使用说明

热警告

备注


BP-AM2BLDCSERVO 包括两个电机驱动器放大器器件、U6 和 U7 (德州仪器 (TI) 器件型号 DRV8316RRGFR)，在正常运行期间外壳温度可超过 55°C。添加了以下附加 PCB 丝印和本用户指南声明，以提醒用户注意这些温度较高的组件。

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

机械警告

备注

此套件模组中不包括任何机械部件。但是，正常使用此模组需要将电机、编码器和旋转变压器连接到电路板的兼容端子和连接器。

	警告	警告：活动器件。 在运行过程中，请勿触摸旋转盘或电机。
--	----	--------------------------------

TI 尚未对与此套件配合使用的电机、编码器或旋转变压器组件进行具体的安全评估。建议使用此套件的用户遵循所选附件组件制造商提供的所有使用、维护和安全建议。在使用所有附件组件时必须小心。

电源的使用

备注

BP-AM2BLDCSERVO 需要最多两个外部电源才能运行。此套件中不包含电源、电缆或适配器。

备注

外部电源要求：

- J5 和 J6 端子块 (Phoenix Contact 器件型号 1711725) 用作电源输入。
- J5 和 J6 端子块接受 12-30 AWG 导线。建议使用多股 16 AWG 或更大直径。
- 输入电压：9-24 伏特 (标称值)、36 伏特 (最大值)
- 最大输入电流：8 安培

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。

2 硬件

2.1 组装说明

开始使用新的 BP-AM2BLDCSERVO BoosterPack 和新的 LP-AM2x LaunchPad 时，必须遵循以下组装步骤。

1. BP-AM2BLDCSERVO 和 LP-AM2x LaunchPad 均已断电。
2. BP-AM2BLDCSERVO 和 LP-AM2x LaunchPad 可以通过其 LaunchPad 连接器连接。
3. 连接 LP-AM2x LaunchPad 电源和调试电缆（如有必要），并保持 LaunchPad 未通电。
4. 将 24V 直流电源（电流限值为 8A）连接到 BoosterPack 螺纹接线端子，并保持电源断电。
5. 将电机驱动器输出连接到 BoosterPack 螺纹接线端子。
6. 将编码器电源/数据电缆/导线连接到 BoosterPack Dsub15 连接器或 100mil 间接触头。
7. 将旋转变压器电源/数据电缆/导线连接到 BoosterPack Dsub15 连接器或 100mil 间接触头。
8. 在打开电源并测试系统之前，请确认所有电机和编码器轴没有障碍物。

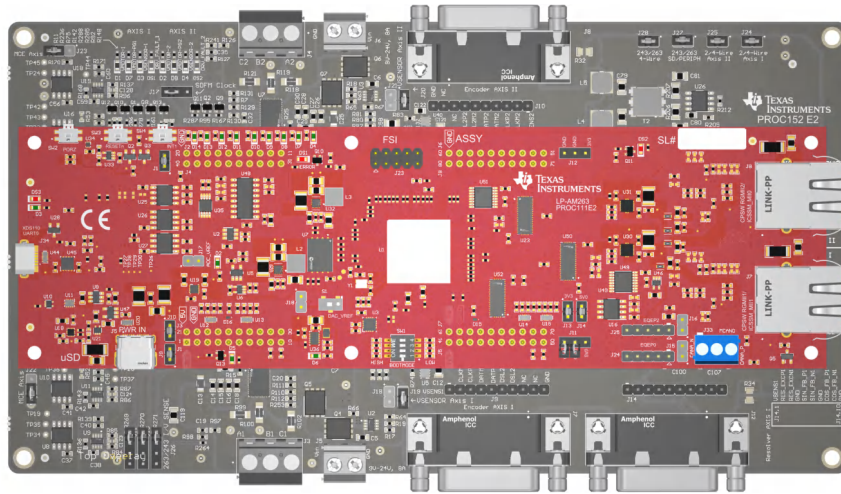


图 2-1. LP-AM243 与 BP-AM2BLDCSERVO 配对

2.2 电源要求

组装后，使用 BP-AM2BLDCSERVO 套件时必须遵循以下开机和关机顺序。

LP-AM2x 5.0V 和 3.3V BoosterPack 引脚为所连接的 BP-AM2BLDCSERVO 套件提供系统级 5.0V 和 3.3V 电源，包括指示灯 LED 电源和各种逻辑默认上拉电阻电压。

上电顺序

请按照以下步骤打开器件电源：

1. 打开 LP-AM2x LaunchPad 的电源。
2. 打开 BoosterPack 的 24V 直流电源。
3. 通过连接的 XDS110 调试器和 Code-Composer Studio 调试会话加载并运行 LP-AM2x LaunchPad 应用程序。

断电序列

请按照以下步骤关闭器件电源：

1. 关闭 BoosterPack 的 24V 直流电源。
2. 关闭 LP-AM2x LaunchPad 的电源。

2.3 接口

主要元件和位置

以下图片显示了本设计中使用的主要连接器、元件和电路功能的位置。

BP-AM2BLDCSERVO 顶视图，突出显示了主要的元件区域和连接器

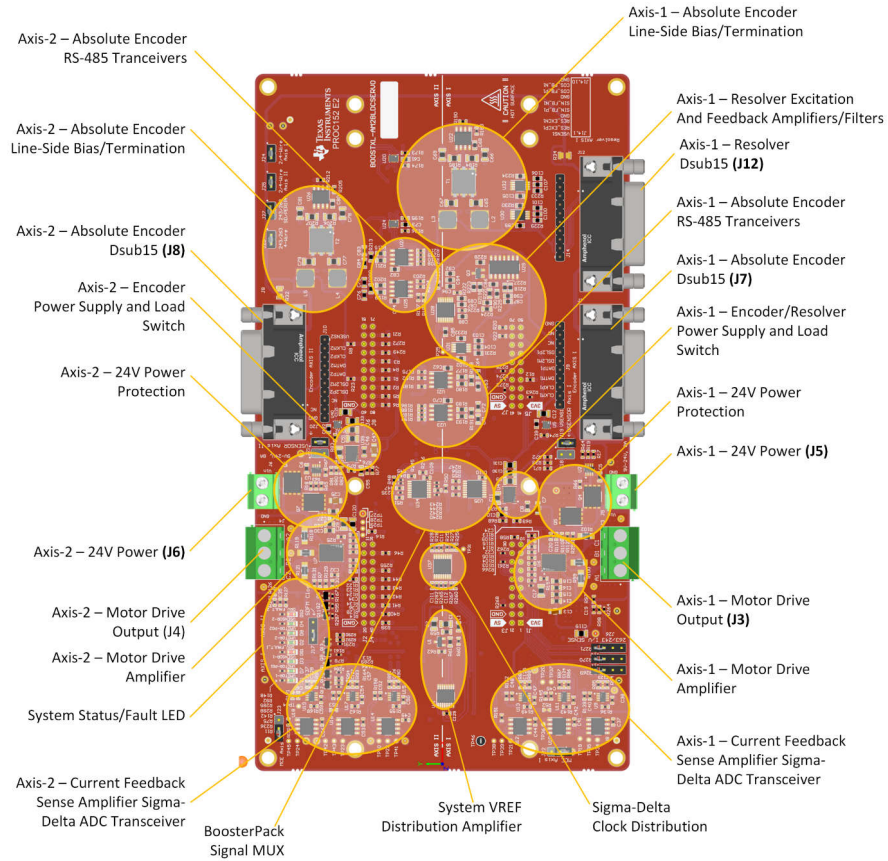


图 2-2. BP-AM2BLDCSERVO 顶视图，突出显示了主要的元件区域和连接器

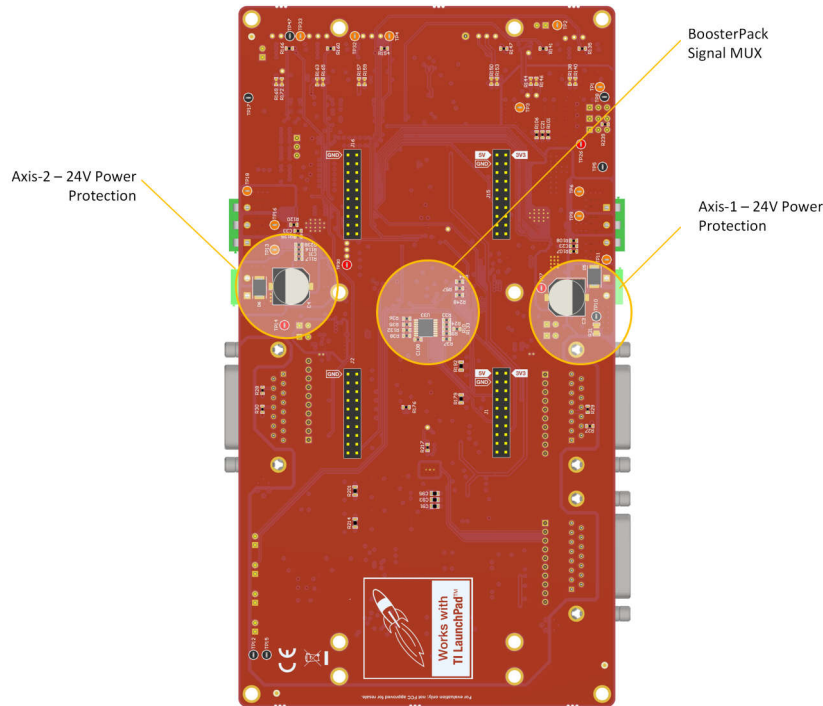


图 2-3. BP-AM2BLDCSERVO 底视图，突出显示了主要的元件区域和连接器

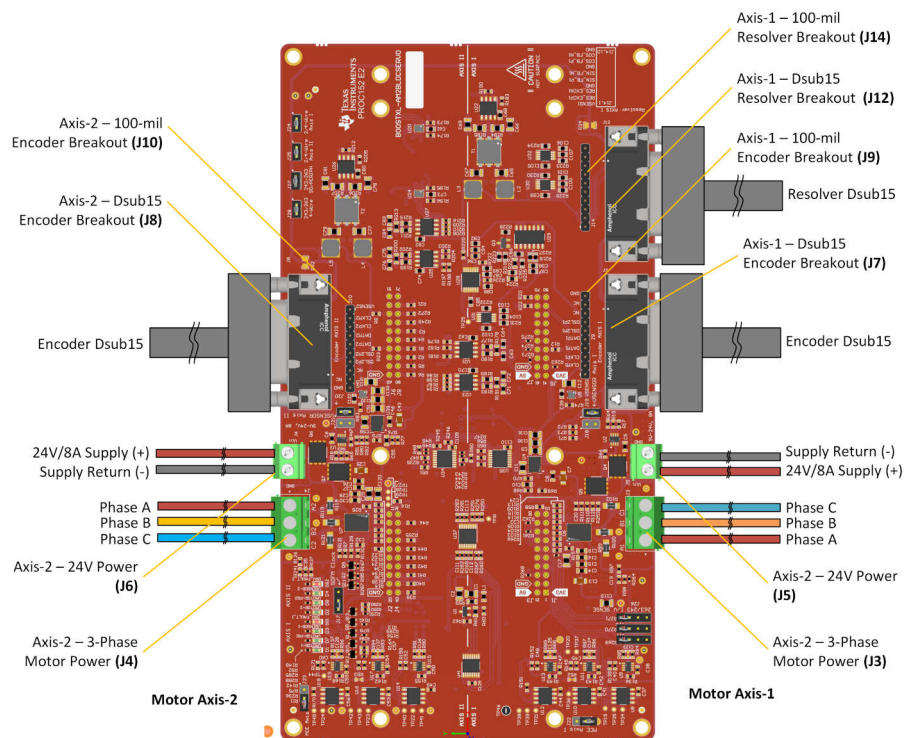


图 2-4. BP-AM2BLDCSERVO 顶视图 - 连接器和电缆概览

典型用法

以下所示为 Axis-1 BLDC 电机控制方案的典型设置。工作台电源、电机驱动输出和绝对编码器电缆如图所示。显示连接的 LP-AM243 带有 USB-C 电源，还连接了 XDS110 调试器电缆。

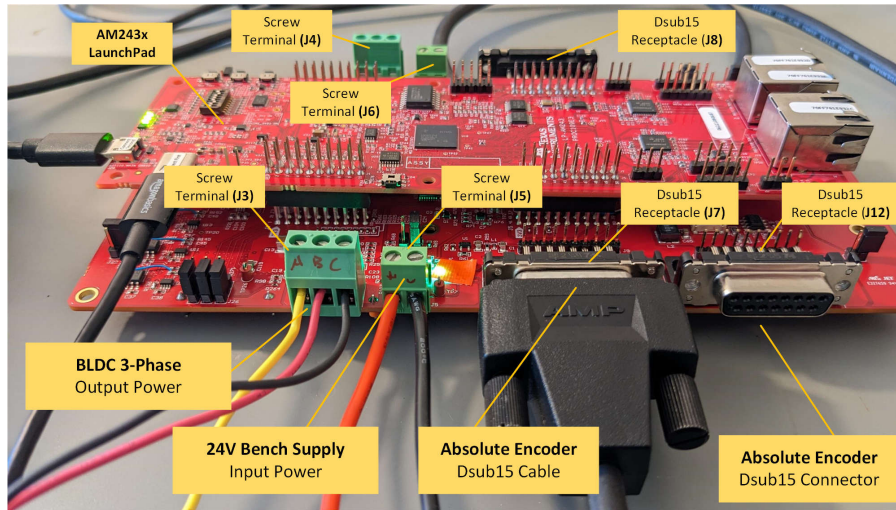


图 2-5. 连接 Axis-1 电源、电机和编码器电缆的 BP-AM2BLDCSERVO 和 LP-AM243 LaunchPad

2.4 LaunchPad 特定功能

根据可用的 LaunchPad I/O 引脚排列和特定 MCU 外设的可用性，每个 AM2x LaunchPad 支持此 BP-AM2BLDCSERVO BoosterPack 提供的总体可用功能的子集。

此外，只有一个可用硬件功能子集已完全纳入 AM243 和 AM263 MCU SDK 中，或通过 dev.ti.com 由演示应用程序提供。下表概述了这些支持、不支持和未来的功能。这些表已更新，新功能经过测试并可用。

表 2-1. 目前支持的功能

特性	AM243x LaunchPad LP-AM243 修订版 E3	AM243x LaunchPad LP-AM243 修订版 A
Axis-1 BLDC 驱动器	是	是
Axis-2 BLDC 驱动器	否	是
Axis-1 SDFM 电流反馈	是	是
Axis-2 SDFM 电流反馈	否	是
Axis-1 电流反馈	否	否
Axis-2 电流反馈	否	否
Axis-1 绝对位置编码器	是	是
Axis-2 绝对位置编码器	否	是
Axis-1 旋转变压器位置	否	否

下表列出了该套件继续进行测试、MCU SDK 开发和演示应用程序工作时计划的功能。

表 2-2. 计划/未来的功能

特性	AM263x LaunchPad LP-AM263 修订版 E2	AM263x LaunchPad LP-AM263 修订版 A
Axis-1 BLDC 驱动器	是	是
Axis-2 BLDC 驱动器	否	是
Axis-1 SDFM 电流反馈	是	是
Axis-2 SDFM 电流反馈	否	是
Axis-1 电流反馈	否	否
Axis-2 电流反馈	否	否
Axis-1 绝对位置编码器	是	是
Axis-2 绝对位置编码器	否	是

表 2-2. 计划/未来的功能 (continued)

特性	AM263x LaunchPad LP-AM263 修订版 E2	AM263x LaunchPad LP-AM263 修订版 A
Axis-1 旋转变压器位置	否	否

2.5 跳线信息

本节介绍了此电路板上的跳线可选选项。有关可用跳线选项、详细信息和配置默认值的列表，请参阅下表和图。每个主要部分都提供了附加跳线详细信息。

备注

在运行不同的电机控制场景之前，必须检查和设定这些静态跳线配置。

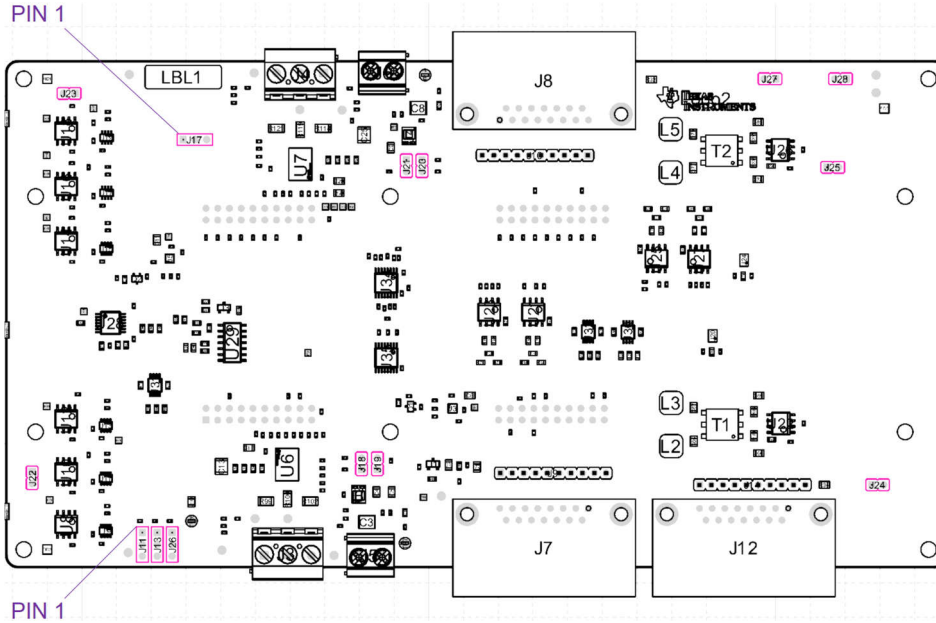


图 2-6. 布局顶视图 - 跳线位置

表 2-3. 跳线配置选项

轴	跳线	功能	默认 LP-AM243x 配置	默认 LP-AM263x 配置
两种	J11	VSENSE/ISENSE 选择 跳线引脚 1-2 短接 ：选择路由到 BoosterPack J15.24 的 Axis-1 Phase- A INA241 电流检测输出 跳线引脚 2-3 短接 ：选择路由到 BoosterPack J15.24 的 Axis-2 DRV8316 VSENSE Phase-A 输出	引脚 2 和引脚 3 之间安装的 跳线 将可选电机 VSENSE 路由到 GPADC 输入	引脚 1 和引脚 2 之间安装的 跳线 将所需的电机 ISENSE 路由 到 SAR ADC 输入
	J13	VSENSE/ISENSE 选择 跳线引脚 1-2 短接 ：选择路由到 BoosterPack J15.24 的 Axis-1、 Phase-B INA241 电流检测输出 跳线引脚 2-3 短接 ：选择路由到 BoosterPack J15.24 的 Axis-2 DRV8316 VSENSE Phase-B 输出	引脚 2 和引脚 3 之间安装的 跳线 将可选电机 VSENSE 路由到 GPADC 输入	引脚 1 和引脚 2 之间安装的 跳线 将所需的电机 ISENSE 路由 到 SAR ADC 输入
	J26	VSENSE/ISENSE 选择 跳线引脚 1-2 短接 ：选择路由到 BoosterPack J15.24 的 Axis-1、 Phase-C INA241 电流检测输出 跳线引脚 2-3 短接 ：选择路由到 BoosterPack J15.24 的 Axis-2 DRV8316 VSENSE Phase-C 输出	引脚 2 和引脚 3 之间安装的 跳线 将可选电机 VSENSE 路由到 GPADC 输入	引脚 1 和引脚 2 之间安装的 跳线 将所需的电机 ISENSE 路由 到 SAR ADC 输入
	J17	SDFM 时钟反馈选择 跳线引脚 1-2 短接 ： 跳线引脚 2-3 短接 ：asdad		跳线未安装 功能未使用
	J27/J28	编码器/SDFM 多路复用器选择 J27/J28 未安装 ：选择 AM243x SDFM 和编码器路径 J27/J28 已安装 ：选择 AM263x SDFM 和编码器路径	J27 未安装	J27 已安装
Axis-1	J18/J19	编码器/旋转变压器电压选择 J18 已安装 ：将 VSENSOR1 设置为 12V J19 已安装 ：将 VSENSOR1 设置为 5.0V 注意 ：运行期间一次只能安装一根跳 线。	J19 已安装 默认 VSENSOR1 为 5.0V， 与大多数绝对编码器兼容。	J19 已安装 默认 VSENSOR1 为 5.0V， 与大多数绝对编码器兼容。
	J22	SDFM 曼彻斯特编码选择 已卸载 ：曼彻斯特编码已启用 已安装 ：启用曼彻斯特编码	J22 未安装	J22 未安装
	J24	RS485 绝对编码器 2 线/4 线多路复用器选择 已卸载 ：RS-484 4 线路径已选择 已安装 ：RS-485 2 线路径已选择	J24 未安装 与 Heidenhain EnDat22 兼容 编码器	J24 未安装 与 Heidenhain EnDat22 兼容 编码器

表 2-3. 跳线配置选项 (continued)

轴	跳线	功能	默认 LP-AM243x 配置	默认 LP-AM263x 配置
Axis-2	J20/J21	编码器/旋转变压器电压选择 J20 已安装 ：将 VSENSOR2 设置为 12V J21 已安装 ：将 VSENSOR2 设置为 5.0V 注意 ：运行期间一次只能安装一根跳线。	J21 已安装 默认 VSENSOR2 为 5.0V，与大多数绝对编码器兼容。	J21 已安装 默认 VSENSOR2 为 5.0V，与大多数绝对编码器兼容。

AM243x/AM263x ISENSE/VSENSE 选择

下图描述了用于在一组 LaunchPad ADC 通道中的 Axis-1 同相电流检测和 Axis-2 电压检测之间进行选择的选择路径。Axis-1 同相电流检测路径仅可与 AM263x LaunchPad SAR ADC 通道一起使用。

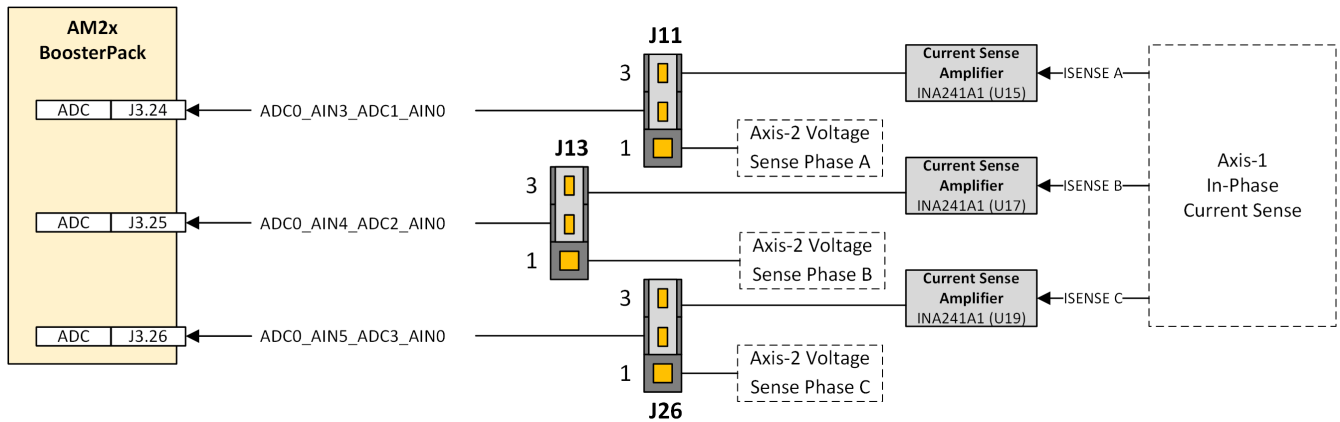
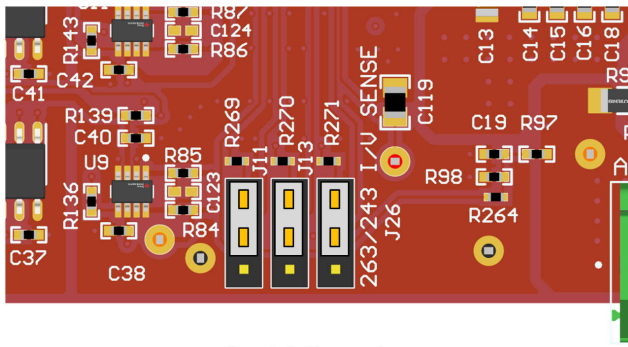
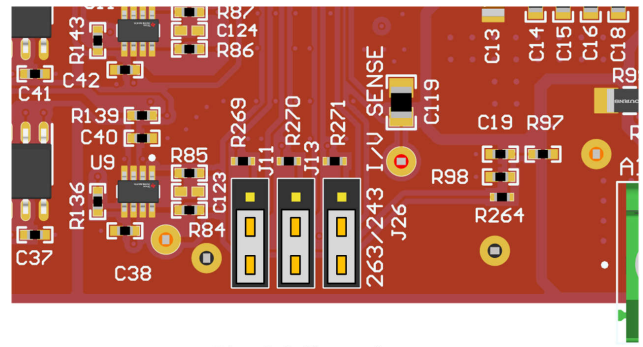


图 2-7. Axis-1 ISENSE/VSENSE 选择 - 跳线 J11、J13 和 J26 配置



Pins 1-2 Shorted



Pins 2-3 Shorted

VSENSE/ISENSE Select

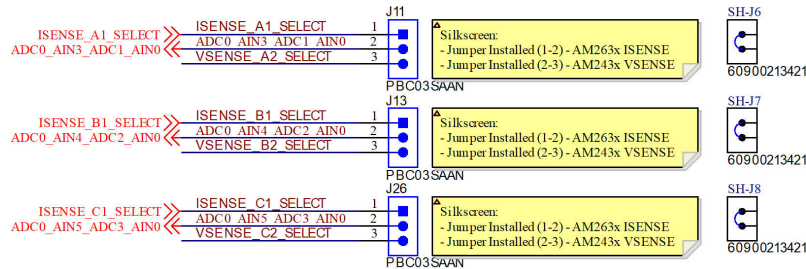


图 2-8. Axis-1 ISENSE/VSENSE 选择 - 跳线 J11、J13 和 J26 布局/原理图摘录

AM243x/AM263x PRU 编码器/ Σ - Δ 多路复用器

下图描述了用于解复用和复用一组重叠但冲突的引脚到 AM2x MCU AM243x 和 AM263x LaunchPad 的 MUX 路径。这些多路复用器路径的选择线路可通过跳线进行选择。

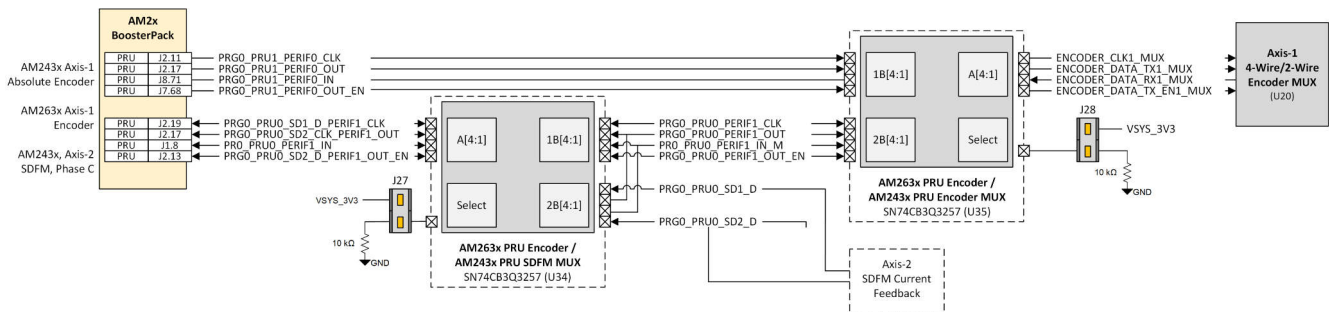


图 2-9. 可配置跳线 J27 和 J28 的 PRU SDFM/绝对编码器多路复用器

PRU Σ - Δ 调制器时钟路径选择

下图描述了用于在不同 PRU Σ - Δ 调制器 (SDFM) 反馈时钟之间进行选择的选择路径。来自 PRU 的 SYNC0 和 SYNC1 路径用于生成两个不同的时钟，这两个时钟可用于从所连接的 SDFM AM1035 收发器输出时钟数据以及将时钟数据输入 AM2x MCU。

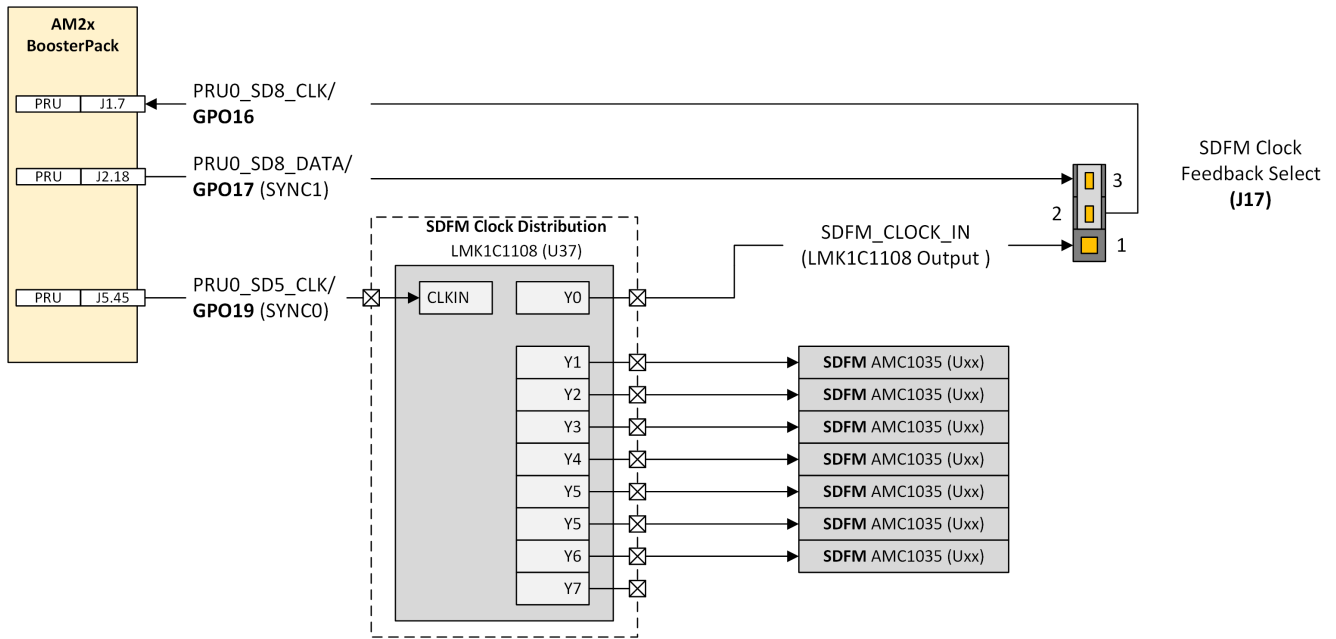
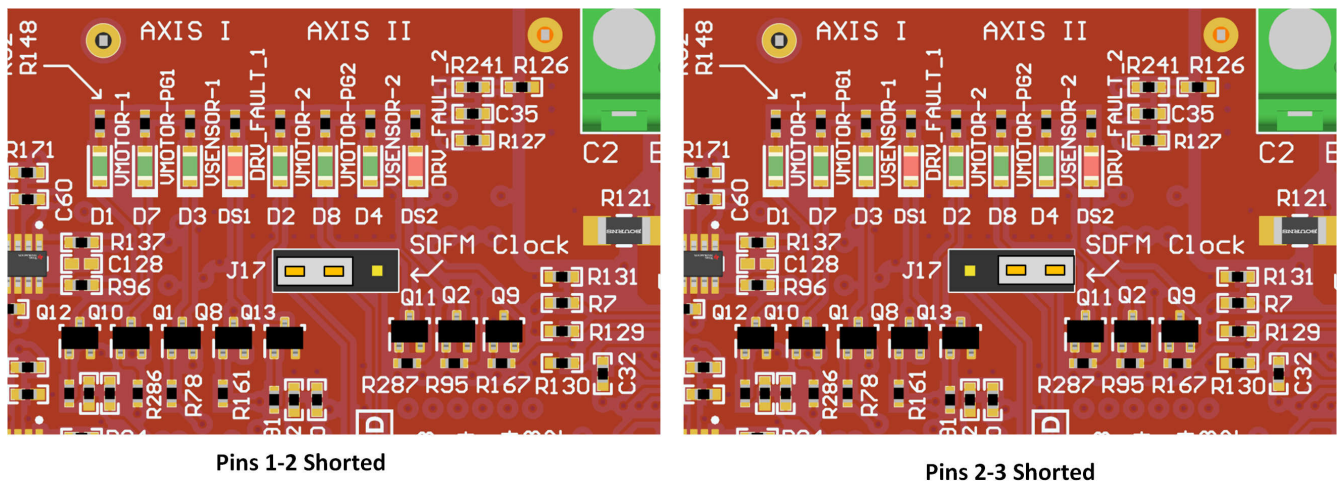


图 2-10. PRU Σ - Δ 调制器时钟路径选择 - J17



Pins 1-2 Shorted

Pins 2-3 Shorted

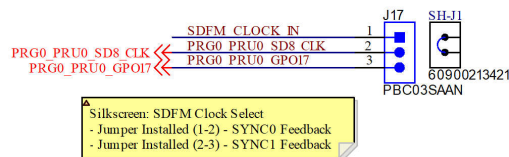


图 2-11. BP-AM2BLDCSERVO 布局 - PRU SDFM 时钟路径选择的布局/原理图摘录 - J17

2.6 机械

下表和图显示了整体机械尺寸、BoosterPack 连接器相对位置以及安装孔尺寸和位置。如需进一步了解机械详情，请参阅电路板设计文件包，其中提供了 STEP 3D 模型文件。该 STEP 模型是从源 Altium Designer CAD 包中导出的。

表 2-4. BP-AM2BLDCSERVO PCB 模组尺寸

尺寸	值	单位
整体宽度	8000	Mils
整体深度	4300	Mils
整体高度	1190.90	Mils
安装孔径	144.0	Mils

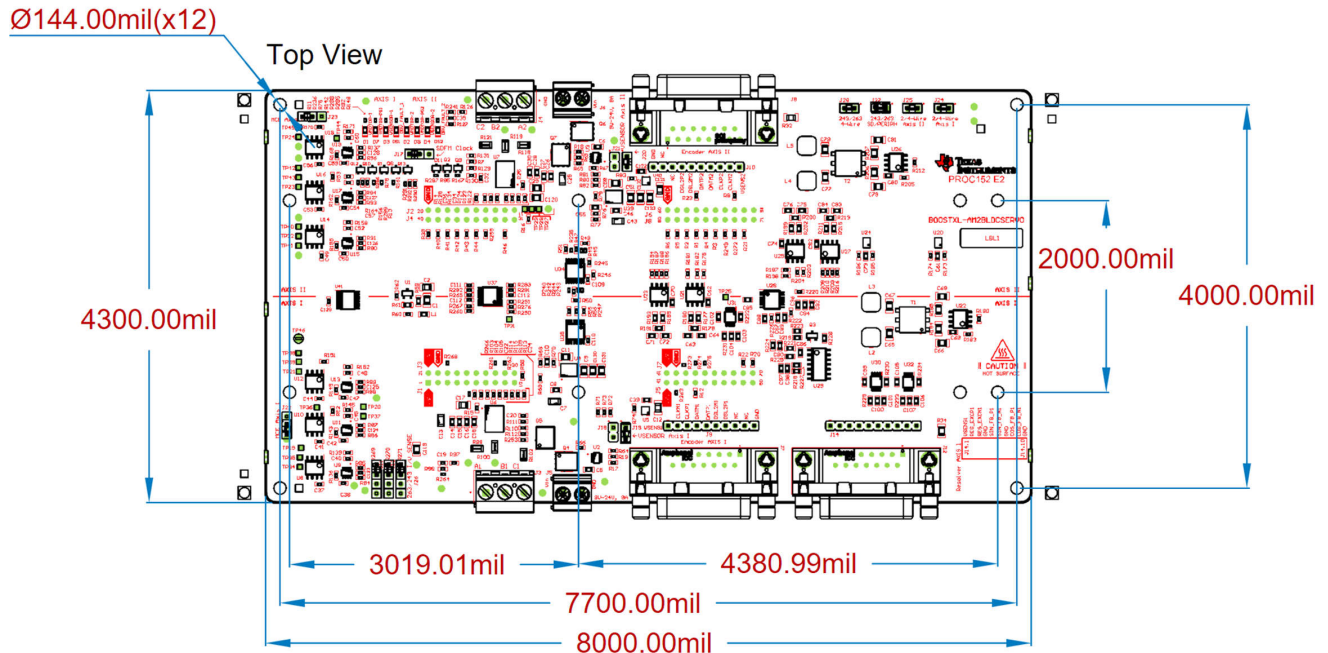


图 2-12. BP-AM2BLDCSERVO PCB 模组 - 顶视图

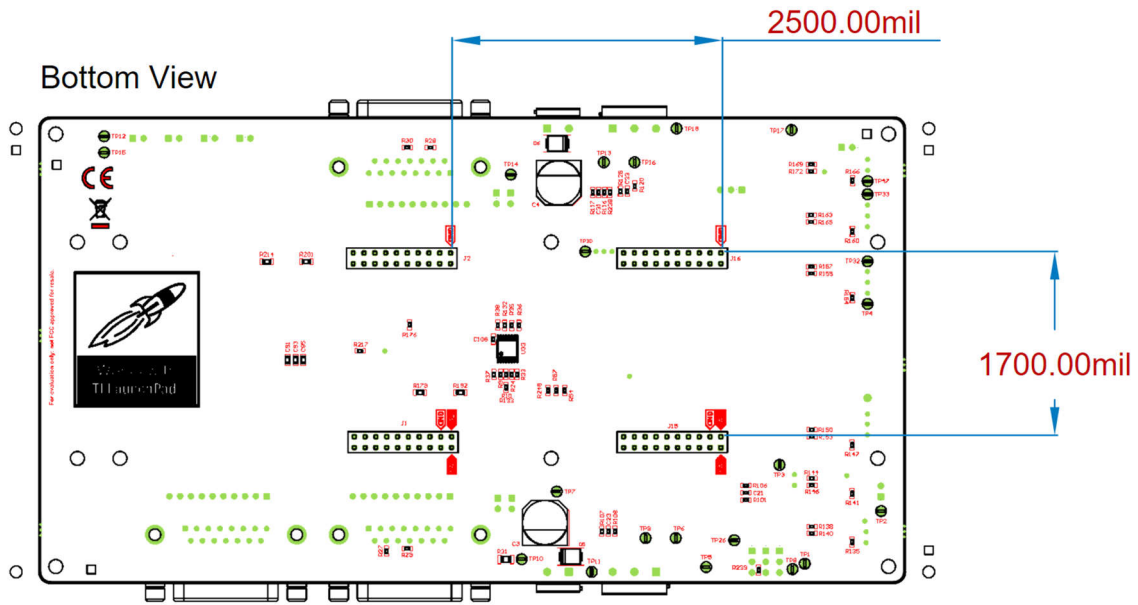
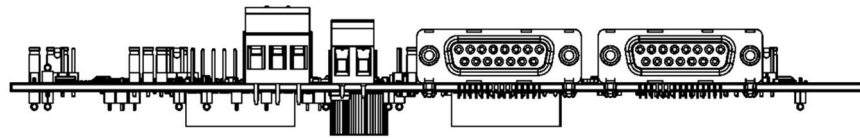


图 2-13. BP-AM2BLDCSERVO PCB 模组 - 底视图

Front View



Back View

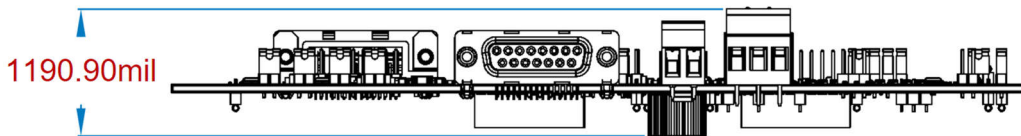


图 2-14. BP-AM2BLDCSERVO PCB 模组 - 前视图/后视图

安装孔

此电路板包括 4 个直径为 144mil 的角安装孔。另有 8 个直径为 144mil 的孔与 LP-AM243 和 LP-AM263 LaunchPad 匹配，以便通过螺柱固定 LaunchPad 电路板。对于基本用途，LaunchPad 80 引脚连接器提供牢固的保持力。

2.7 系统功耗

BP-AM2BLDCSERVO 电源树分为电机 Axis-1、电机 Axis-2 以及通用数字和模拟电源。24V 直流电源通过 J5 和 J6 螺钉端子提供。通过过压/反极性保护后，该电源用于直接为 BLDC 电机驱动器和编码器/旋转变压器板载调节器供电。

当电机工作台电源施加到 J5 和 J6 端子块时，U2/U3 过压和反极性电路将通电。J5 和 J6 可以由相同的工作台电源或不同的工作台电源供电，从而允许在每个轴上使用不同的电机电压。

在正常情况下，J5/J6 工作台电源将为 BLDC 电机驱动器和编码器/旋转变压器调节器供电。在过压或反极性状态下，LM74502 NFET 开关路径保持高阻抗状态，保护下游器件。过压保护功能可在超过 J5/J6 时禁用系统电源。如果 J5/J6 负电压端子超过正电压端子，反极性保护会禁用系统电源。

电机和编码器工作台电源

通过 J5/J6 接通工作台电源后，首先通过 U5/U40 负载开关将编码器/旋转变压器连接器与其调节器断开。这可防止连接的编码器/旋转变压器产生的典型高浪涌电流影响稳压器上电和反馈环路稳定性。需要通过连接的 LaunchPad 进行 GPIO 控制，以便启用 U5/U40 负载开关并打开连接的编码器/旋转变压器电源。

备注

使用跳线选择器选择通过 U4 和 U39 降压转换器的编码器输出功率。有关所有跳线配置选项的说明，请参阅 [节 2.5](#)。

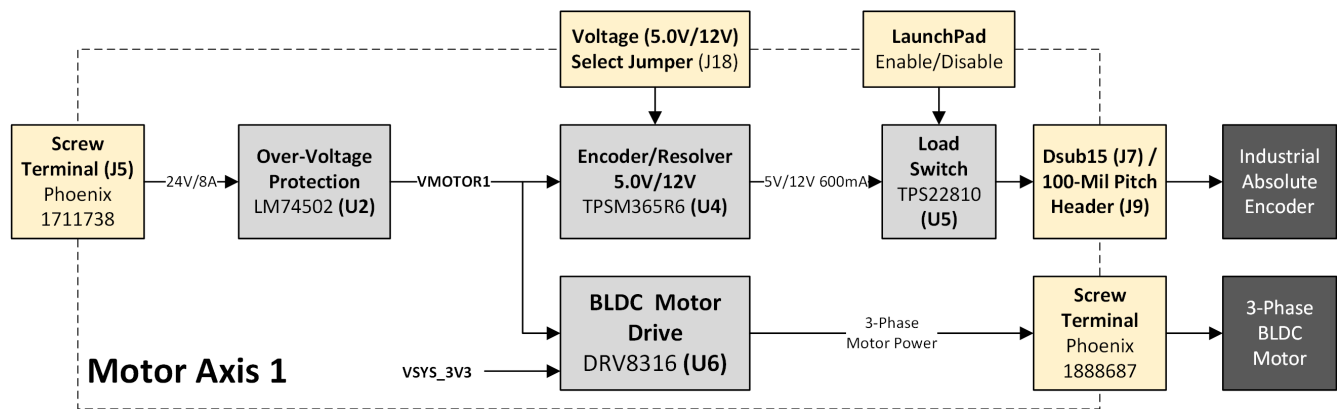


图 2-15. 电机 Axis-1 配电

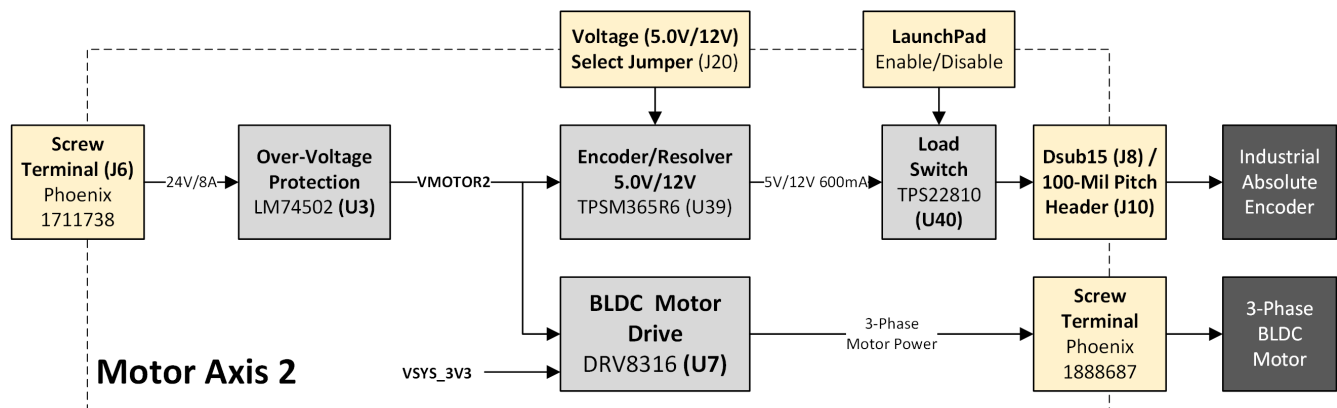


图 2-16. 电机 Axis-2 配电

系统数字/模拟电源

LaunchPad 3.3V/1A 电源用于为所有 BP-AM2BLDCSERVO 3.3V 逻辑和模拟负载供电。请参阅以下 3.3V 衍生电源树图。一旦 LaunchPad 通电，就会从连接的 LaunchPad 引脚上施加 VSYS_3V3 电源。

这将为所有 3.3V 供电的数字负载供电，例如：AMC1035 Σ - Δ 调制器、 Σ - Δ 时钟分配元件。通过 LC 滤波器，还会打开板载 VREF 源和电流检测路径电源，使所有这些元件准备好将 SDFM/电流检测数据发送回连接的 MCU。

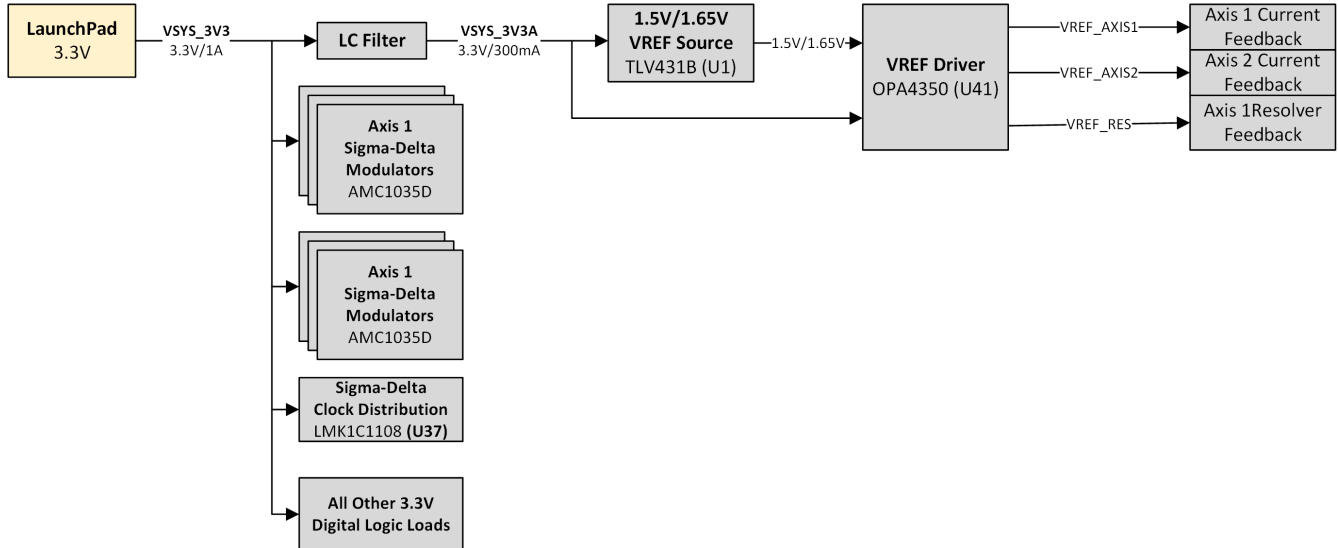


图 2-17. 通用 3.3V 数字和模拟电源树

2.8 BLDC 电机驱动

BP-AM2BLDCSERVO 提供多达两轴的三相、24 伏特、8 安培 (峰值) BLDC 电机驱动器。每个轴均利用 DRV8316 单片栅极驱动器和三相半桥为连接的 BLDC 电机提供相位电源。AM2x MCU 通过一组 GPIO 使能和故障线路以及 SPI 管理总线来控制 DRV8316。AM2x ePWM 用作栅极驱动器输入。

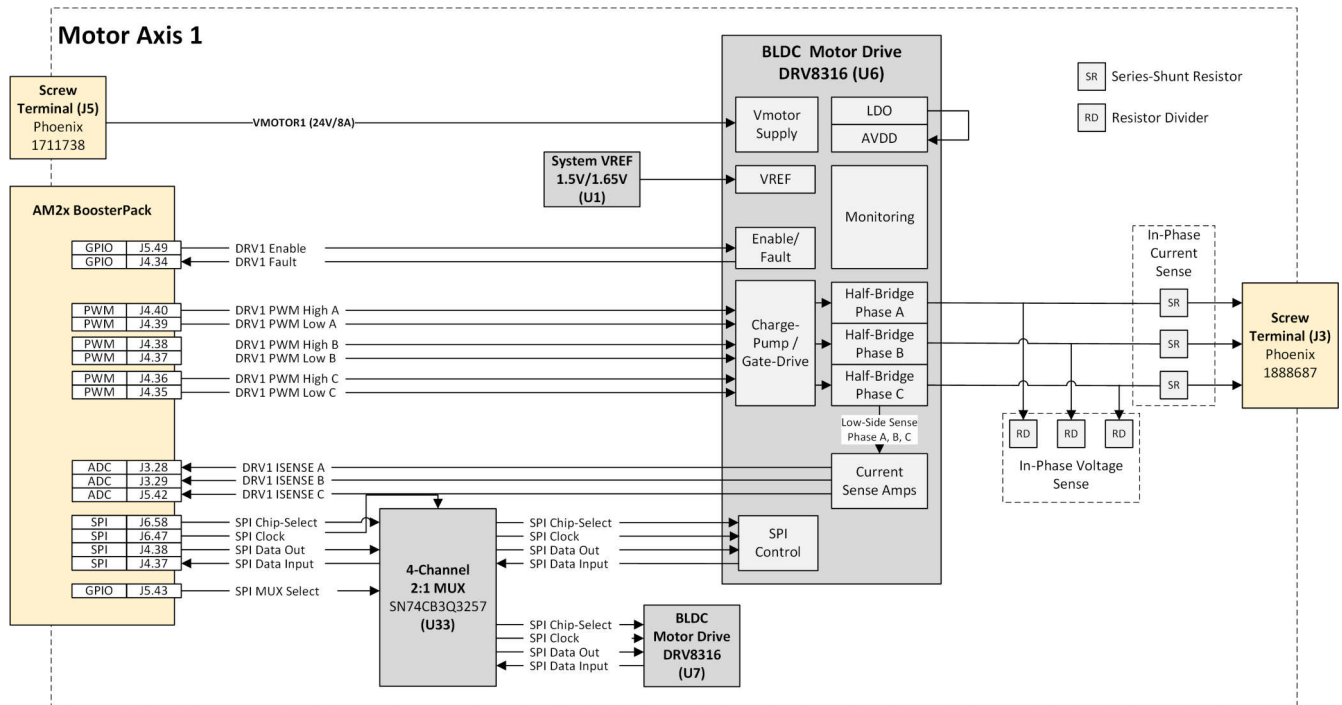


图 2-18. Axis-1 DRV8316 电机驱动

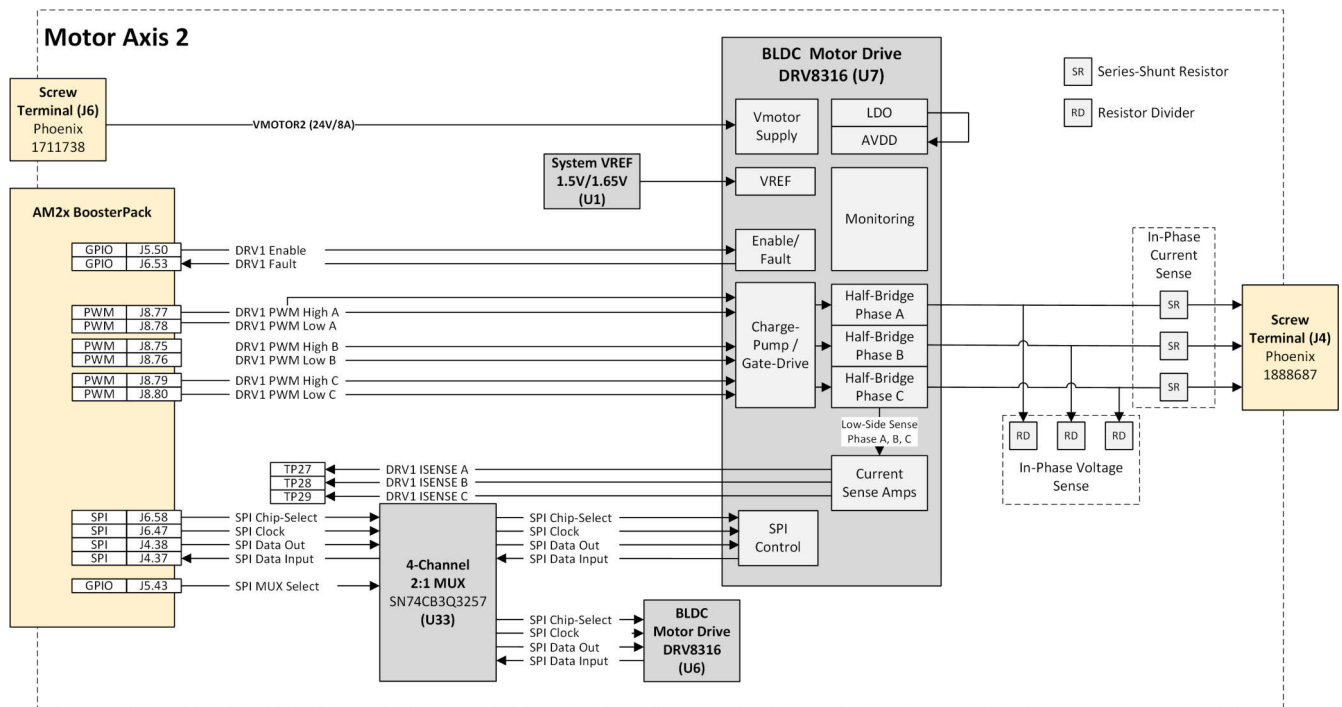


图 2-19. Axis-2 DRV8316 电机驱动

DRV8316 SPI 管理是通过来自 AM2x MCU LaunchPad 的单个 SPI 总线在 Axis-1 和 Axis-2 之间进行复用。SPI 多路复用器选择线通过 MCU GPIO 控制。

备注

BP-AM2BLDCSERVO 设计主要侧重于提供 MCU 控制、反馈和网络外设的评估。DRV8316 驱动器是低电流工业驱动器，用于提供最小的栅极驱动器和电机驱动平台。对于较高电流或较高电压 BLDC 伺服应用来说，这可能不是一个好的选择。

围绕这些电机驱动器设计了多个电流检测反馈。有关所有这些路径的完整说明，请参阅 [节 2.9](#)。

有关该特定电机驱动器的更多信息，请参阅 [DRV8316](#) 数据表。

2.9 电机电流反馈

BP-AM2BLDCSERVO 支持多个电流反馈路径，可进行电流反馈控制。直接电流感应路径将电流检测放大器输出直接路由至 AM263x SAR ADC LaunchPad 通道。另一条路径利用一组板载 AMC1035 Σ - Δ 调制器 ADC，然后将数字样本路由到 AM2x 器件的 PRU 外设输入。每条路径均设计用于支持所连接的 AM2x MCU 不同的电流检测功能。

- INA241A 检测放大器提供的电压与通过每个电机输出相上串联电阻器的电流存在比例关系。该路径路由到 Launchpad 连接器的 AM263x SAR ADC 引脚排列。
- DRV8316 为流经每个半桥的低侧 FET 的电流提供内部检测和放大器路径。请参阅参考资料了解不同反馈路径的完整描述。该路径会路由到 LaunchPad 连接器的 AM263x SAR ADC 引脚排列。
- AMC1035 路径以比特流调制格式提供采样电流反馈。这旨在与 AM2x PRU SDFM 解调固件一起使用。

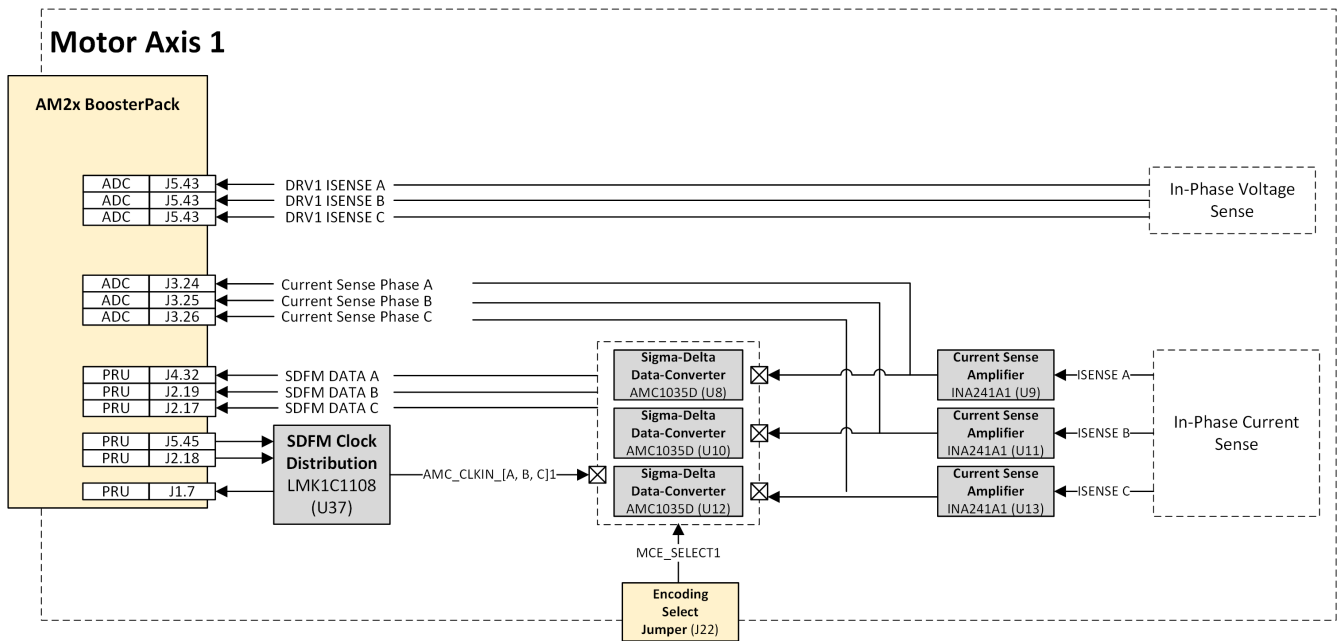


图 2-20. Axis-1 电机电流反馈路径

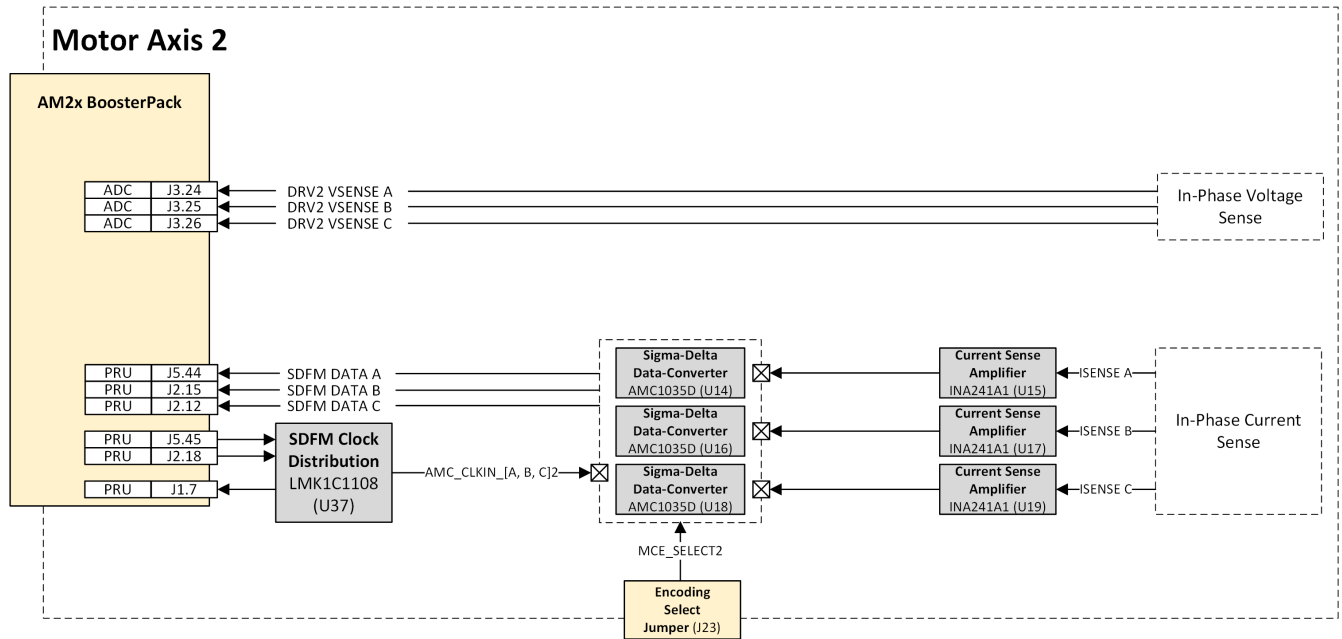


图 2-21. Axis-2 电机电流反馈路径

INA241 ADC 电流反馈

如上面的 Axis-1 电机电流反馈图所示，INA241A 用于放大小分流电压。INA241A 提供固定的 10 倍增益和由 REF1 和 REF2 输入设置的共模电压。

此输出增益和共模设置旨在充分利用可用的 AMC1035D 线性范围，并与 AM263x SAR ADC 输入范围兼容。

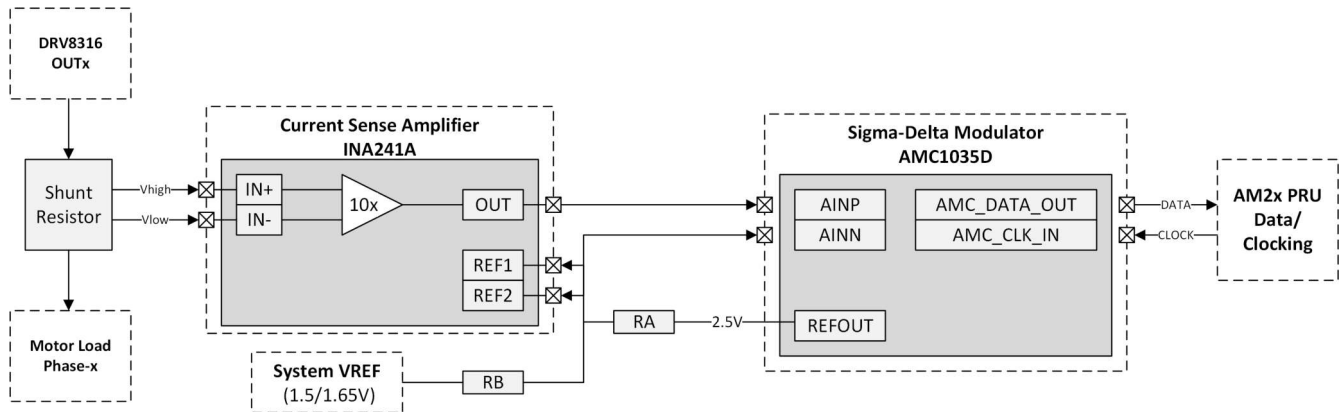


图 2-22. 电机电流反馈 - 电流检测路径

有关此器件的更多信息，请参阅 INA241A 数据表。

可编程实时单元 (PRU) Σ - Δ 调制器 (SDFM) 电流反馈

板载 AMC1035 Σ - Δ 调制器阵列可为 AM2x PRU SDFM 外设提供数字电流反馈。每个 AMC1035 的数据路径直接路由至 LaunchPad 引脚排列上的 PRU SD 数据引脚。AMC1035 时钟通过板载 LMK1C1108 低抖动时钟分配器提供。该时钟分配的输入来自 PRU SYNC0 源输出。

跳线选择器 (J17) 用于选择使用哪个时钟分配抽头点来提供 PRU SD 外设输入时钟。可以选择 SYNC1 (备用时钟输出)，也可以选择 SDFM 时钟分配通道之一。PRU 外设提供到每个单独 PRU SD 数据通道的内部时钟路由。

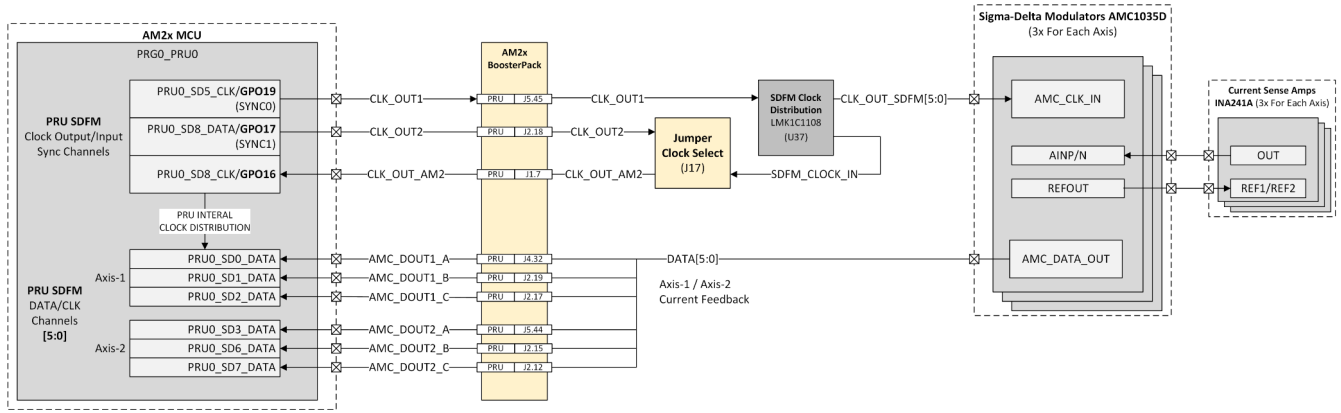


图 2-23. PRU SDFM 电机电流反馈 - 数据/时钟路径

AMC1035 数据时钟由 PRU_SD5_CLK 上的 PRU SYNC0 输出生成。该信号通过 LMK1C1108 1:8 时钟分配 IC (U37) 扇出到每个单独的 AMC1035 器件。为了将时钟数据从 AMC1035 返回至 PRU，可以使用 LMK1C1108 输出通道之一，也可以选择单独的 PRU 生成的 SYNC1 信号（存在于 PRU_SD5_DATA 上）。时钟反馈通过 (J17) 跳线选择。

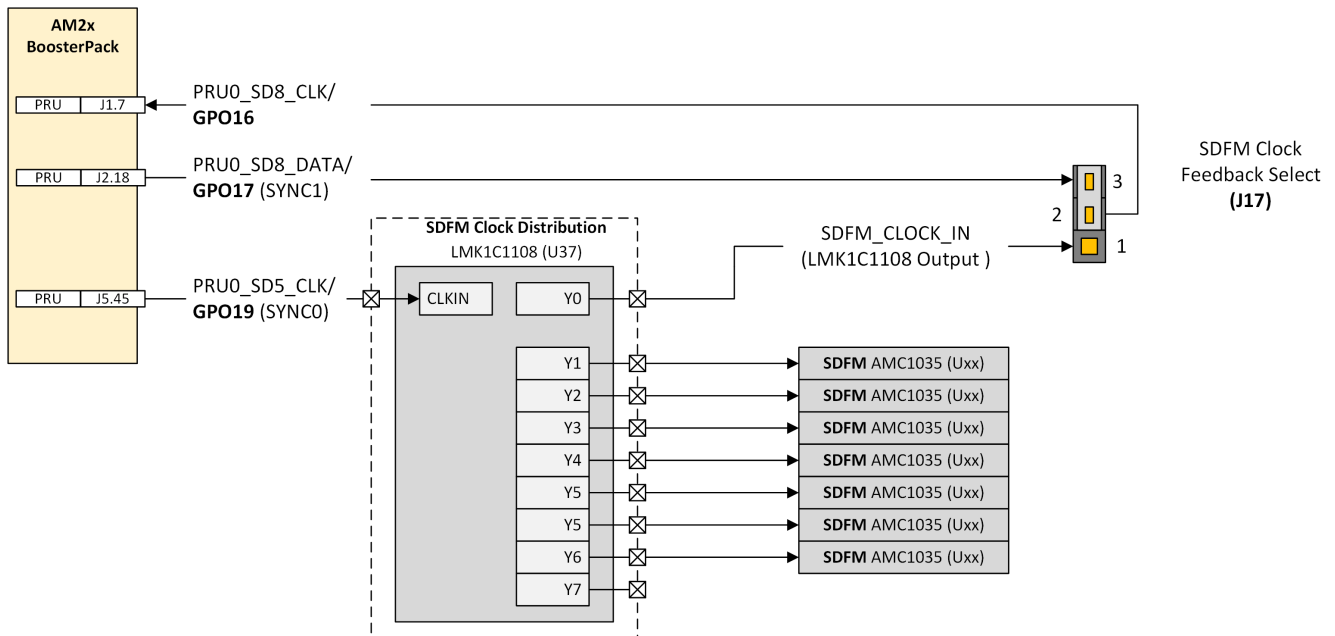


图 2-24. PRU SDFM 电机电流反馈 - 时钟树详细信息

有关这两个元件操作的完整说明，请参阅 AMC1035D 和 INA241Ax 数据表。

2.10 电机位置编码器反馈

AM2x MCU PRU 提供灵活的 2 线和 4 线绝对编码器反馈路径，用于连接高性能工业和安全关键型绝对编码器和协议。

一组 THVD1450 RS-485 收发器用于将来自 AM2x MCU 的 3.3V 逻辑电平发送、接收、时钟和发送使能信号转换为具有适当端接的预期 RS-485 线路电平。4 通道 1:2 多路复用器 (U35 和 U24) 用于在 2 线 RS-485 路径选项 (单个差分对上的 TX/RX) 与 4 线 RS-485 路径选项 (TX/RX 差分对和单独的时钟差分对) 之间进行选择。2 线/4 线模式选择通过 J24 和 J25 跳线完成。

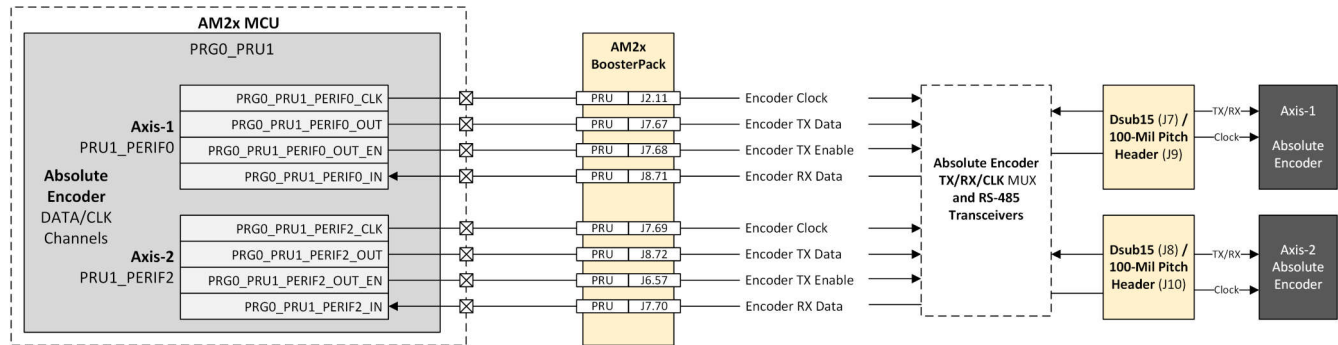


图 2-25. PRU 绝对编码器反馈 - PRU 映射

凭借 RS-485 收发器和可配置 2 线/4 线外设支持的组合，AM2x MCU 可支持各种基于 RS-485 的绝对编码器，例如 Heidenhain EnDat22、SICK HIPERFACE DSL、Tamagawa 和 Nikon 等。请参阅 AM243x MCU SDK 和 AM263x MCU SDK，了解一系列编码器接口软件示例。

Axis-1 绝对编码器反馈

Axis-1 编码器 PRU 路径实现在兼容的 LP-AM243 和 LP-AM263 引脚之间复用，这些引脚利用 LaunchPad 引脚排列的不同部分。跳线 J28 在 LP-AM243 和 LP-AM263 路径之间进行选择。跳线 J24 用于在 2 线和 4 线 RS-485 选项之间进行选择。

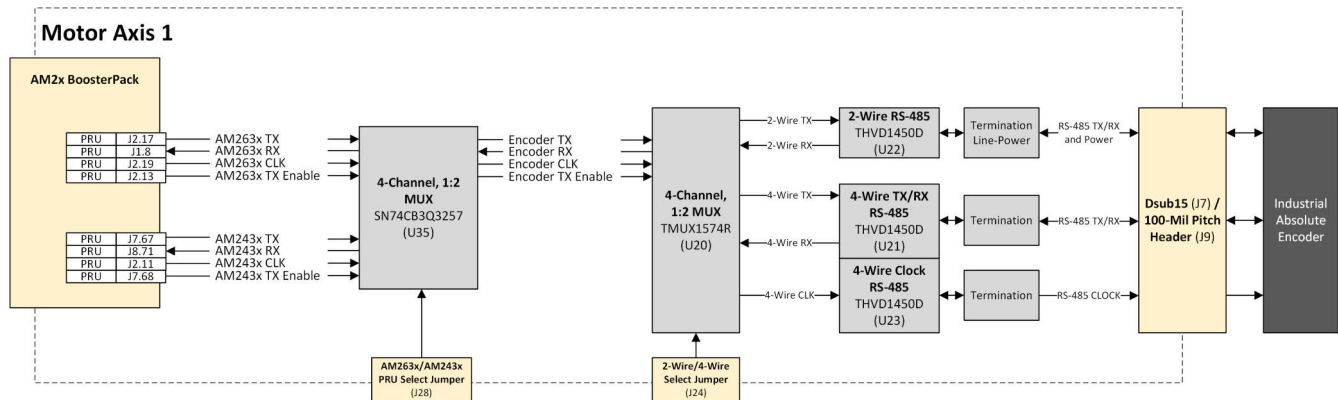


图 2-26. Axis-1 - PRU 绝对编码器反馈

Axis-2 绝对编码器反馈

Axis-2 路径直接从 BoosterPack 接头到 U24 多路复用器，再到 RS-485 收发器。此 Axis-2 路径仅与 LP-AM243 LaunchPad 引脚排列兼容。跳线 J25 用于在 2 线和 4 线 RS-485 选项之间进行选择。

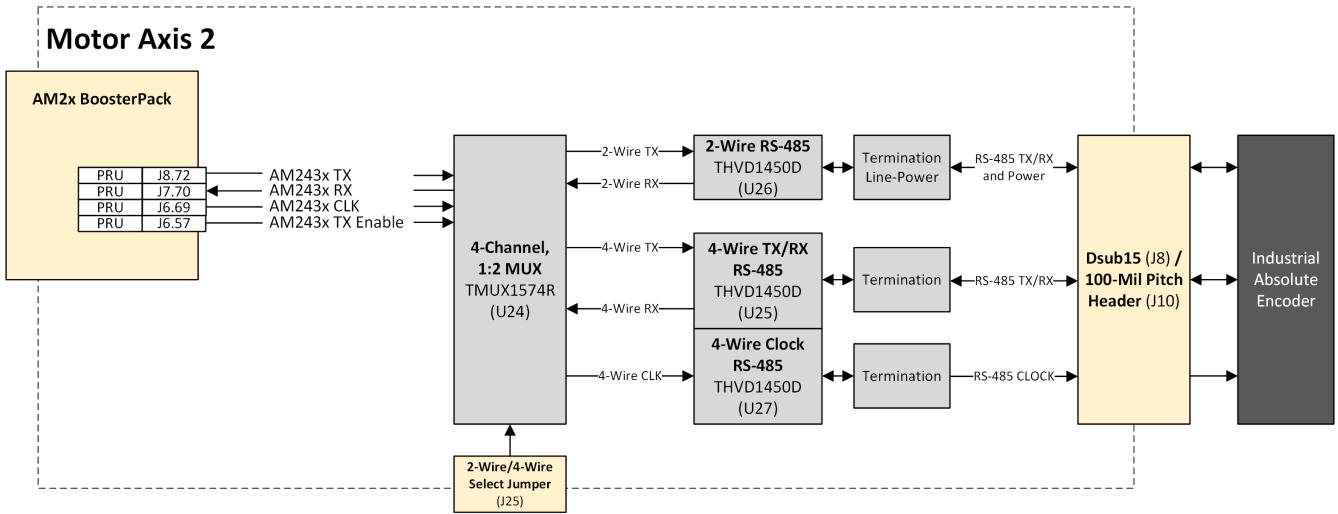


图 2-27. Axis-2 - PRU 绝对编码器反馈

3 硬件设计文件

3.1 原理图

完整的 Altium Designer CAD 工程和制造输出可以在 [BP-AM2BLDCSERVO 电路板设计文件包](#) 中找到。

3.2 PCB 布局

如需从 Altium 下载 PCB 指南和示例布局，请参阅 [BP-AM2BLDCSERVO 电路板设计文件](#) 页面。

3.3 物料清单 (BOM)

如需下载物料清单 (BOM)，请参阅 [BP-AM2BLDCSERVO 电路板设计文件](#) 页面。

4 其他信息

4.1 商标

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

4.2 术语

5 参考文献

请参阅以下参考资料，了解与此 BoosterPack 配合使用的器件和其他套件。

AM2x LaunchPad 套件

[AM243x LaunchPad 开发套件](#)

[AM263x LaunchPad 开发套件](#)

AM2x MCU 软件开发套件

[AM243x MCU-PLUS SDK](#)

[AM263x MCU-PLUS SDK](#)

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