

User's Guide

DRV821xEVM 和 DRV8220EVM 用户指南



摘要

本文档随 DRV82xx 系列客户评估模块 (EVM) 一起提供，作为 DRV8210、DRV8212 和 DRV8220 数据表的补充。本用户指南详细介绍了 EVM 的硬件实现。

小心

表面高温。接触可致烫伤。请勿触摸。

DRV8210EVM 和 DRV8212EVM 的额定电源电压范围为 1.65VDC 至最大 11VDC。DRV8210 最大可支持 1.6ADC 的峰值输出电流，DRV8212 最大可支持 4ADC 的峰值输出电流。为了使元件温度保持在印刷电路板材料 130°C 额定温度以下，TI 要求在环境温度为 25°C 且长时间运行时，将两个通道的连续电流限制在 **0.9A-RMS**。

内容

PCB (顶层装配图)	2
1 简介	3
2 电源连接器	3
3 测试点	5
4 MODE/nSLEEP 跳线和速度调节电位器	6
4.1 PH/EN 控制模式 (MODE = 逻辑高电平)	7
4.2 PWM 控制模式 (MODE = 逻辑高电平，DRL、PDSG)	8
4.3 独立半桥控制模式 (MODE = Hi-Z)	9
5 电流检测	10
6 EVM 操作	11
6.1 双电机运行	11
6.2 单电机运行	13
7 卸下和安装支持的电机驱动器	14
8 修订历史记录	15

商标

MSP430™ and eZ-FET™ are trademarks of Texas Instruments.
所有商标均为其各自所有者的财产。

PCB (顶层装配图)

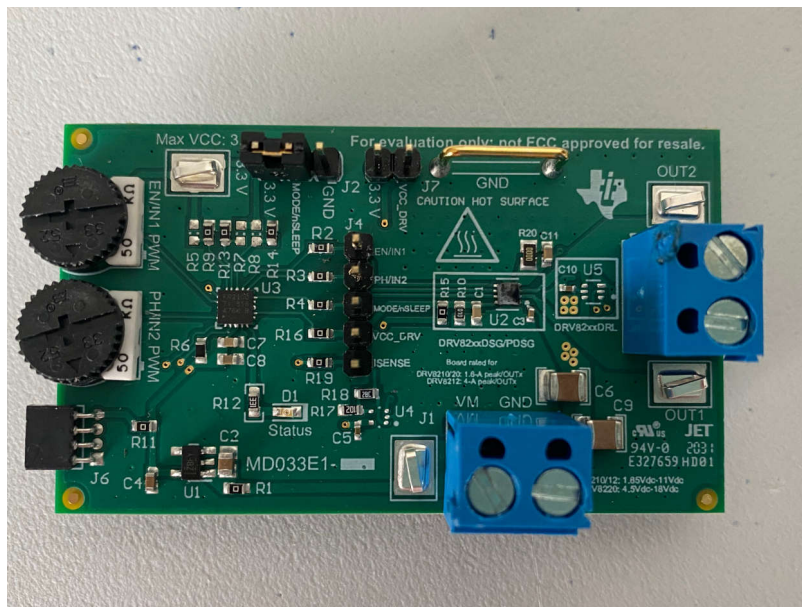


图 1-1. PCB (3D 顶视图)

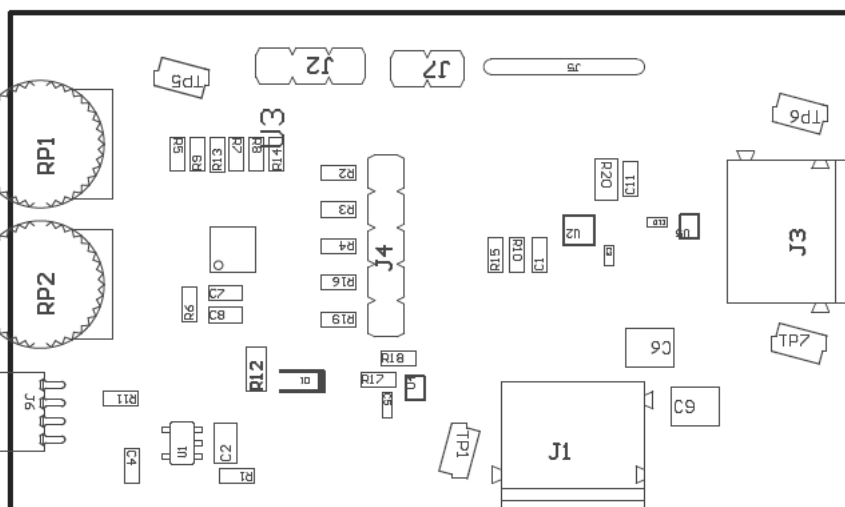


图 1-2. PCB (装配图)

1 简介

DRV821x/8220EVM 是用于评估 DRV821x/8220 H 桥电机驱动器的完整解决方案。该评估模块 (EVM) 支持 DRV8210/12/20 器件的 DSG、PDSG 和 DRL 封装版本。但是，由于两个元件共用输入控制信号 (EN/IN1 和 PH/IN2)，因此任何时候只能安装其中一个元件。

EVM 包含电流检测电路，该电路采用电流检测电阻和电流检测放大器实现 (有关电流检测的详细信息，请参见 [节 3](#))。EVM 包括一个 MSP430™ 微控制器，该微控制器已预先编程，可读取两个专用模拟电位器的输入，并通过 PWM 控制一个或两个有刷直流电机的速度。PMODE/hSLEEP 引脚 (J2) 上的跳线允许用户根据 EVM 上安装的元件型号，选择驱动器的输入控制模式或睡眠状态 (详细信息请参见 [节 2](#))。

可通过电源接头提供外部电源，其中 DRV8210/12 最大支持 11V，DRV8220 最大支持 18V。如果需要扩展内置固件的功能，可以通过大多数 MSP430 Launchpad 上提供的 eZ-FET™ 仿真电路重新编程 MSP430 MCU。我们推荐 [MSP-EXP430FR5969](#)。请注意，需要使用一个四针弯角公接头，并将其从 V+ 引脚到 GND 引脚方向焊接到该 Launchpad 的 J21。推荐使用引脚尺寸类似于 850-10-050-20-001000 (Digikey 器件型号) 的引脚接头。必须移除 Launchpad 上的 U1 MCU。

2 电源连接器

DRV821x/8220EVM 使用单个接头作为 EVM 板的电源输入。由于板载 3.3V 稳压器可为 MSP430 提供电源，因此只需要一路电源供电。EVM 的最低推荐 VM 电压为 1.65V，最高电压为 18V。有关驱动器本身完整的电压范围信息，请参考具体器件数据手册。

如前所述，MSP430 已预先编程，可控制基本的直流电机操作。如果通过外部 eZ-FET™ 仿真工具修改固件，请不要通过 EVM 上的 VM 接口供电。当 eZ-FET™ 电路板连接到 J6 接口时，会在编程过程中提供所需电源。请注意，需要使用一个四针弯角公接头，并按照 [图 2-1](#) 所示，将其从 V+ 引脚到 GND 引脚方向焊接到该 Launchpad 的 J21。推荐使用引脚尺寸类似于 Digikey 器件型号 850-10-050-20-001000 的引脚接头。必须移除 Launchpad 上的 U1 MCU。

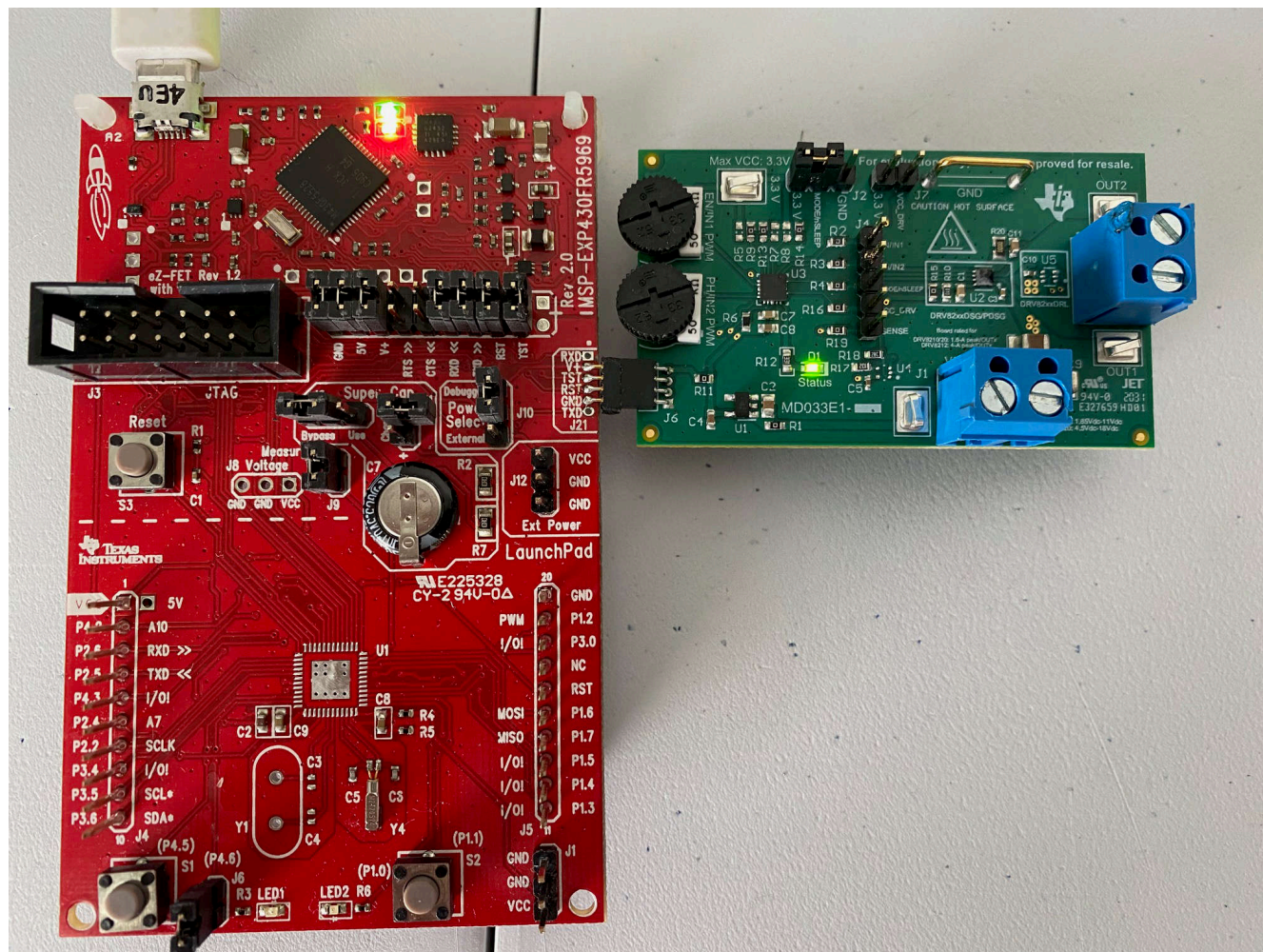


图 2-1. MSP-EXP430FR5969 LaunchPad 与 EVM 的连接

3 测试点

表 3-1. DRV821xEVM 和 DRV8220EVM 测试点

测试点	说明
J4	- 该接头包含所有 MCU 控制信号 (EN/IN1、PH/IN2、MODE/nSLEEP、VCC_DRV 和 ISENSE) 。 - EN/IN1 和 PH/IN2 : 输入控制信号 - MODE/nSLEEP : 多功能引脚；当安装 DRV821xDSG 或 DRV8220DSG 时，该引脚作为 MODE 模式选择引脚；当安装 DRV821xPDSG 时，该引脚作为 nSLEEP 引脚使用。 - VCC_DRV : 当安装 DRV8220DSG 时，该信号用于实现 nSLEEP 功能。 - ISENSE : 电流检测放大器 (U4) 的输出。 - 可以移除 R2、R3、R4、R16 和 R19，以便通过 J4 连接外部 MCU。
J2	该接头用于设置 MODE/nSLEEP 的状态。MODE/nSLEEP 可设置为 GND 或 3.3V。
J7	该接头用于将 VCC_DRV 短接至 3.3V，以唤醒 DRV8220DSG
J6	用于对 EVM 上 MSP430FR2100 进行编程的 4 针连接器 (请参阅节 2)
J5	GND 测试点
TP6 和 TP7	OUT1 和 OUT2 测试点
TP1	VM 测试点
TP5	VCC (3.3V LDO 输出) 测试点。

4 MODE/nSLEEP 跳线和速度调节电位器

MODE/nSLEEP 接头 (J2) 和跳线允许用户根据 EVM 上安装的器件型号，设置 MODE 引脚或 nSLEEP 引脚的状态。如果安装的是 DRV821xDSG，J2 允许用户选择以下输入模式：PWM 模式 (GND)、PH/EN 模式 (3.3V) 以及独立半桥控制模式 (Hi-Z)。

如果安装的是 DRV821xPDSG，J2 允许用户将器件设置为低功耗睡眠模式 (GND)，或启用器件 (3.3V)。MODE 仅适用于 DRV821xDSG 和 DRV8220DSG。DRV821xDSG 的输入端为 EN/IN1 和 PH/IN2。当 MODE 接 GND (PWM 模式) 或处于 Hi-Z (独立半桥模式) 时，这两个输入的功能分别为 IN1 和 IN2。当 MODE 连接到 3.3V (PH/EN 控制模式) 时，输入功能是相位/使能 (PH/EN) 接口。

MSP430 为 EN/IN1 和 PH/IN2 引脚生成 PWM 信号，占空比与来自 PWM 电位器的电压成正比。下表展示了针对不同 MODE 配置时电位器的设置方法。

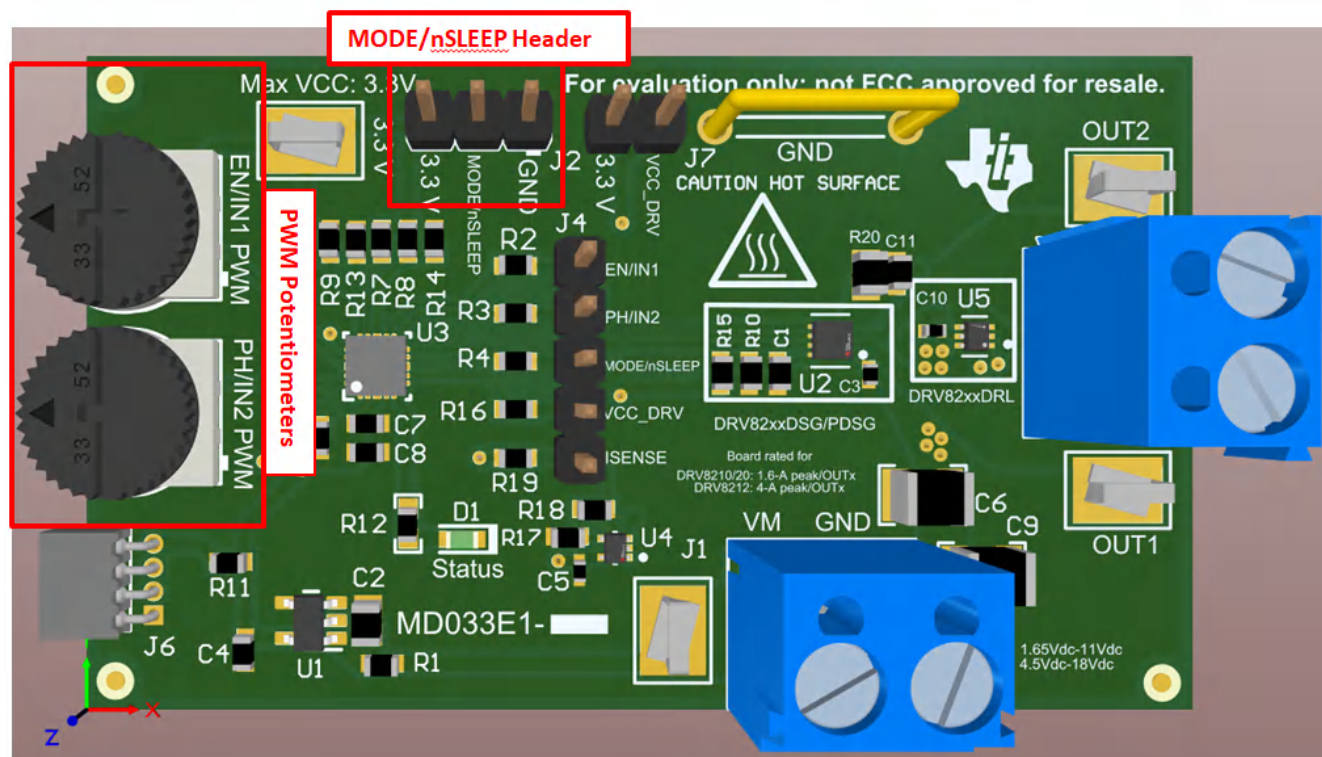


图 4-1. MODE/nSLEEP 接头和 PWM 电位器

4.1 PH/EN 控制模式 (MODE = 逻辑高电平)

当器件上电时，MODE/nSLEEP 引脚为逻辑高电平，器件会锁存进入 PH/EN 模式 (图 4-2)。PH/EN 控制模式仅支持 DRV821xDSG 器件。PH/EN 模式允许根据接口的速度和方向类型来控制 H 桥。PH/EN 模式的真值表如 (表 4-1) 所示。此方法最适合用于单个电机的双向驱动控制。

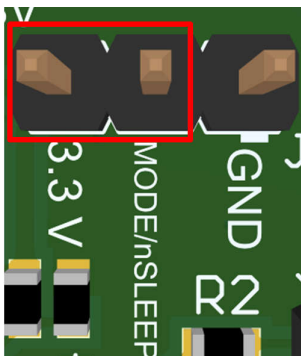


图 4-2. PH/EN 模式下 MODE/nSLEEP 跳线配置

表 4-1. PH/EN 控制模式

EN	PH	OUT1	OUT2	说明
低电平 - 将 IN1 PWM 电位器完全逆时针旋转	X	L	L	制动 (低侧慢速衰减)
PWM - IN1 PWM 电位器可处于任意位置	低电平 - 将 IN2 PWM 电位器完全顺时针旋转	L	H	反向 (OUT2 -> OUT1)
PWM - IN1 PWM 电位器可处于任意位置	高电平 - 将 IN2 PWM 电位器完全顺时针旋转	H	L	正向 (OUT1 -> OUT2)

4.2 PWM 控制模式 (MODE = 逻辑高电平, DRL、PDSG)

当器件上电时, MODE 引脚为逻辑高电平, 器件会锁存进入 PWM 模式 (图 4-3)。PWM 是 DRV82xxDRL 和 DRV82xxPDSG 器件的标准控制模式。PWM 模式允许 H 桥进入 Hi-Z 状态, 而无需将 nSLEEP 引脚置为逻辑低电平。DSG 版本的 PWM 模式真值表见表 4-2, PDSG 版本的真值表见表 4-3。此方法最适合用于单个电机的双向驱动控制。

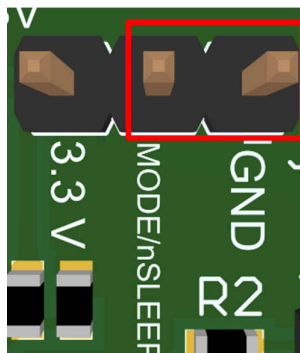


图 4-3. PWM 下 MODE/nSLEEP 跳线配置

表 4-2. DSG 器件的 PWM 控制模式

IN1	IN2	OUT1	OUT2	说明
低电平 - 将 EN/IN1 PWM 电位器完全逆时针旋转	低电平 - 将 PH/IN2 PWM 电位器完全逆时针旋转	高阻态	高阻态	滑行 (H 桥高阻态) / 低功耗自动睡眠模式
PWM - EN/IN1 PWM 电位器可处于任意位置	高电平 - 将 PH/IN2 PWM 电位器完全顺时针旋转	L	H	反向 (OUT2 -> OUT1)
PWM - EN/IN1 PWM 电位器可处于任意位置	低电平 - 将 PH/IN2 PWM 电位器完全逆时针旋转	H	L	正向 (OUT1 -> OUT2)
高电平 - 将 EN/IN1 PWM 电位器完全顺时针旋转	高电平 - 将 PH/IN2 PWM 电位器完全顺时针旋转	L	L	制动 (低侧慢速衰减)

表 4-3. PDSG 器件的 PWM 控制模式

nSLEEP	IN1	IN2	OUT1	OUT2	说明
0 (将 MODE/nSLEEP 引脚连接至 GND 引脚)	X	X	高阻态	高阻态	滑行 (H 桥高阻态) / 低功耗自动睡眠模式
1 (将 MODE/nSLEEP 引脚连接到 3.3V 引脚)	PWM - EN/IN1 PWM 电位器可处于任意位置	高电平 - 将 PH/IN2 PWM 电位器完全顺时针旋转	L	H	反向 (OUT2 -> OUT1)
1 (将 MODE/nSLEEP 引脚连接到 3.3V 引脚)	PWM - EN/IN1 PWM 电位器可处于任意位置	低电平 - 将 PH/IN2 PWM 电位器完全逆时针旋转	H	L	正向 (OUT1 -> OUT2)
1 (将 MODE/nSLEEP 引脚连接到 3.3V 引脚)	高电平 - 将 EN/IN1 PWM 电位器完全顺时针旋转	高电平 - 将 PH/IN2 PWM 电位器完全顺时针旋转	L	L	制动 (低侧慢速衰减)

4.3 独立半桥控制模式 (MODE = Hi-Z)

当器件上电时，MODE 引脚处于 Hi-Z 状态，器件会锁存进入独立半桥控制模式。独立半桥控制仅由 DRV821xDSG 器件支持。此模式允许分别直接控制每个半桥，从而支持高侧慢速衰减或驱动两个独立负载。独立半桥模式的真值表如表 4-4 所示。

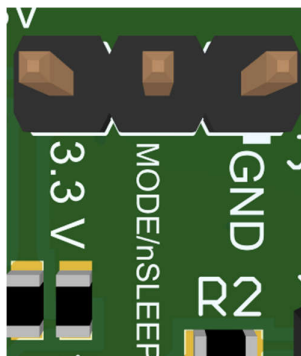


图 4-4. 独立半桥模式下 MODE/nSLEEP 无需使用跳线半桥模式

表 4-4. 独立半桥控制模式

INx	OUTx	说明
低电平 - 将 INx PWM 电位器完全逆时针旋转	L	OUTx 低侧导通
高电平 - 将 INx PWM 电位器完全顺时针旋转	H	OUTx 高侧导通
PWM - INx PWM 电位器可处于任意位置	PWM	PWM = 0 -> OUTx 低侧导通 PWM = 1 -> OUTx 高侧导通

5 电流检测

DRV821x/8220EVM 配备了电流检测电路，该电路由低侧检测电阻和电流检测放大器组成。该电流检测功能只能用于 DSG/PDSG 器件。图 5-1 显示了电流检测电路原理图。红色矩形框内的元件为电流检测相关元件。检测电阻器 (R20) 连接在器件的 GND 引脚与 EVM 的大面积 GND 铺铜之间。R20 在 EVM 上组装了一个 0Ω 电阻器，如果用户希望使用另一个电阻器值进行电流检测，则可以替换为另一个电阻器值。C11 用于滤除器件 GND 引脚处的噪声，EVM 出厂时未安装 C11。

用户需要根据需求安装合适阻值的 C11。电流检测放大器及其外围元件 (R17、R18 和 C6) 在 EVM 上均未安装。用户需要安装该放大器及外围元件，才能使用电流检测功能。电流检测放大器型号为 TLV9051IDRL，可以在[此处](#)订购。R17 和 R18 用于设置放大器的闭环增益，需由用户自行选择。

电流检测放大器的输出 (AMP_OUT) 可以通过 J4 接口上的 “ISENSE” 引脚进行测量。AMP_OUT 连接至 MCU 的 ADC 引脚，用于监测电流并实现电流检测算法。

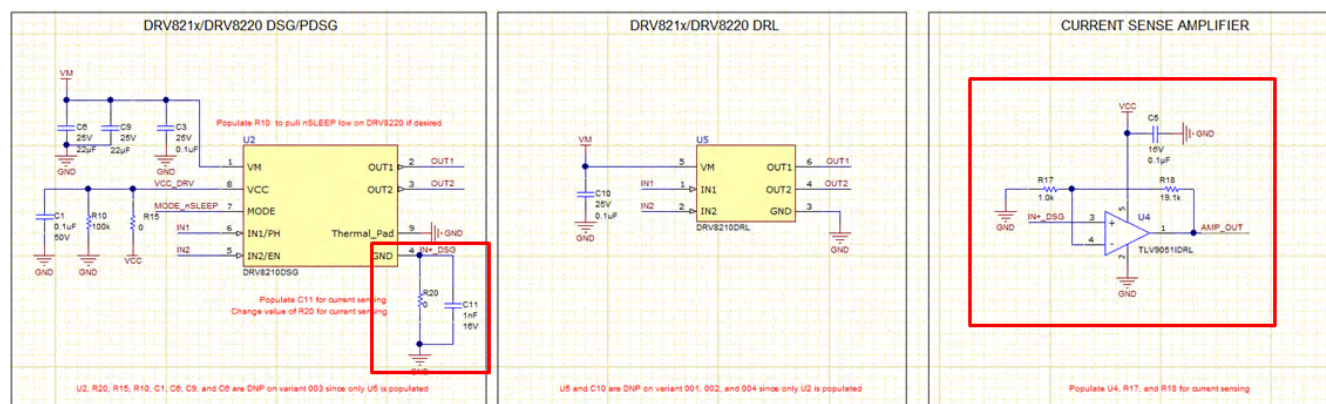


图 5-1. 电流检测原理图

6 EVM 操作

6.1 双电机运行

此模式允许独立控制最多两个电机。DRV821xDSG 是唯一支持双电机运行的器件。

按照以下步骤操作 EVM，可实现最多两个负载的单方向速度控制：

1. 确保仅安装一个驱动器，并且 EVM 未连接电源。
2. 将一个直流电机连接至 OUT1 和 GND 之间。如有需要，可将另一个直流电机连接至 OUT2 和 GND 之间。请参阅下面的图 6-2 查看图表。
3. 将电位器 (EN/IN1 PWM 与 PH/IN2 PWM) 逆时针旋到底，使其输出电压调至最低。这会将 OUT1 所连电机的初始转速降至最低。若使用第二个电机，对 IN2 PWM 电位器执行同样操作。
4. 拨下 MODE/nSLEEP 接头 (J2) 上的跳线，使 MODE 引脚保持 Hi-Z 状态。
5. 给 J1 接头通电。
6. 顺时针旋转 EN/IN1 PWM 电位器，连接在 OUT1 上的电机开始旋转。根据需要进行调节，直到达到最大速度。若使用第二个电机，对 PH/IN2 PWM 电位器执行同样操作。
7. 如需改变电机旋转方向，可通过断开电机与 GND 的连接，并将电机连接至 VM。如果这样操作，控制电机的电位器逻辑将反转，因此上电前应将其顺时针旋到底，上电后再缓慢逆时针旋转来提高转速。

按照以下步骤操作 EVM，使输出端并联，从而将整体 RDS(on) 降低一半，并满足更大的电流需求：

1. 确保仅安装一个驱动器，并且 EVM 未连接电源。
2. 使用跳线短接 J4 上的 EN/IN1 和 PH/IN2 引脚。请参阅图 6-1。
3. 使用无裸露部分的细导线在 J3 接口处短接 OUT1 和 OUT2，或者使用带夹子的小线缆短接 OUT1 和 OUT2 测试点。确保导线具有低电阻，并且至少能够承受 4A 的连续峰值电流。将电机或目标负载的一端连接到 J3 接口上的 OUT1 或 OUT2，另一端连接到 VM (用于低侧驱动) 或 GND (用于高侧驱动)。有关方框图，请参阅图 6-3 和图 6-4。
4. 调节 EN/IN1 PWM 和 PH/IN2 PWM 电位器，使其电压达到最低值：如果电机一端连接 GND，则将旋钮完全逆时针旋转；如果电机一端连接 VCC，则将旋钮完全顺时针旋转。这样可使连接在 OUT1 和 OUT2 之间的电机速度降至最低。
5. 拨下 MODE/nSLEEP 接头 (J2) 上的跳线，使 MODE 引脚保持 Hi-Z 状态。
6. 给 J1 接头通电。
7. 顺时针旋转 EN/IN1 PWM 电位器，连接在 OUT1 上的电机开始旋转。根据需要进行调节，直到达到最大速度。请确保不要调整 PH/IN2 PWM 电位器。
8. 如需改变电机旋转方向，可通过断开电机与 GND 的连接，并将电机连接至 VM (反之亦然)。如果执行此操作，与电机控制相关的电位器工作方向会反转。因此，在给电路板上电前，应根据原始连接方式将电位器旋转到底：如果电机原本连接 GND，则顺时针旋到底；如果电机原本连接 VCC，则逆时针旋到底。随后，再缓慢向相反方向旋转 EN/IN1 PWM 电位器，以提高电机速度。

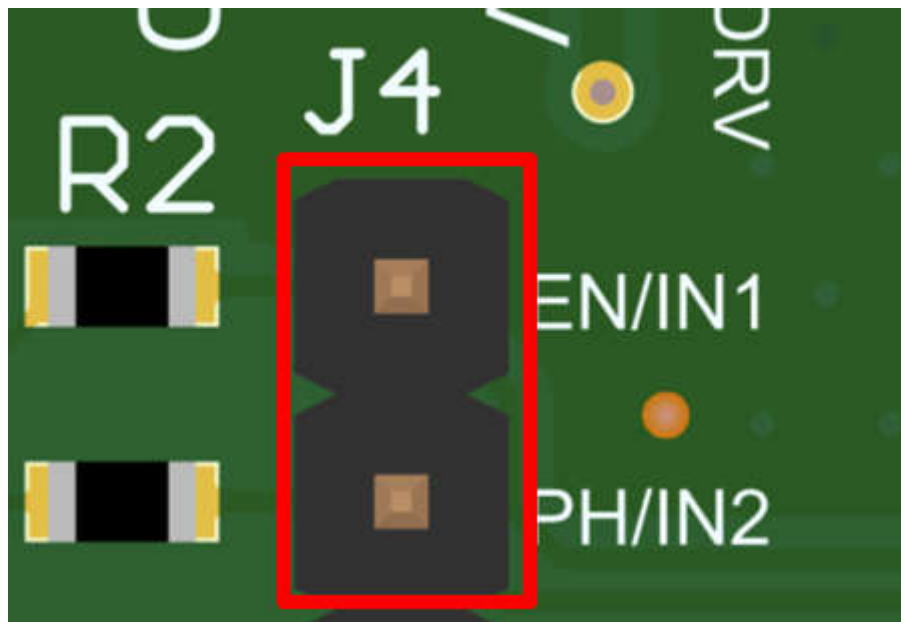


图 6-1. EN/IN1 和 PH/IN2 引脚短接

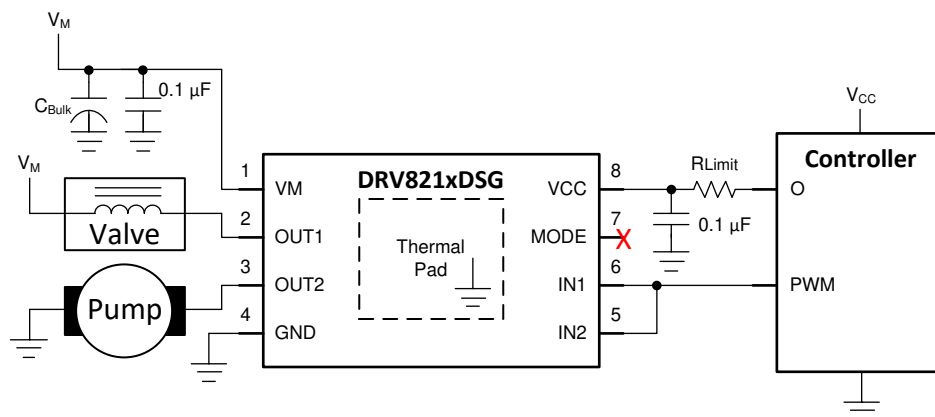


图 6-2. 半桥模式用作两个负载的高侧和低侧驱动器

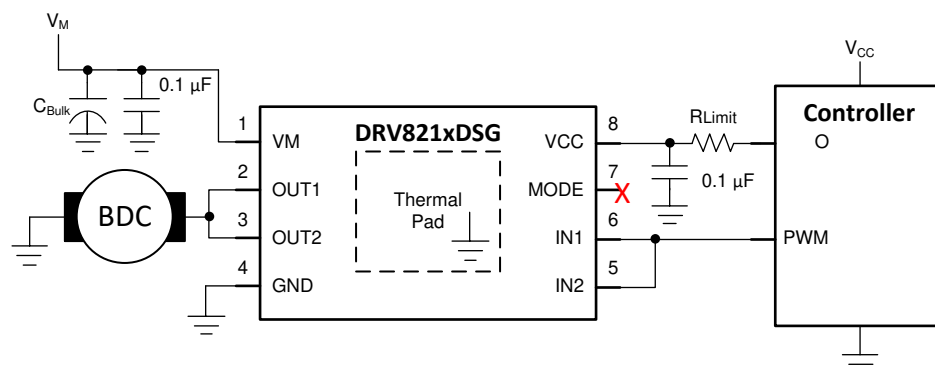


图 6-3. 半桥模式用作输出并联的高侧驱动器

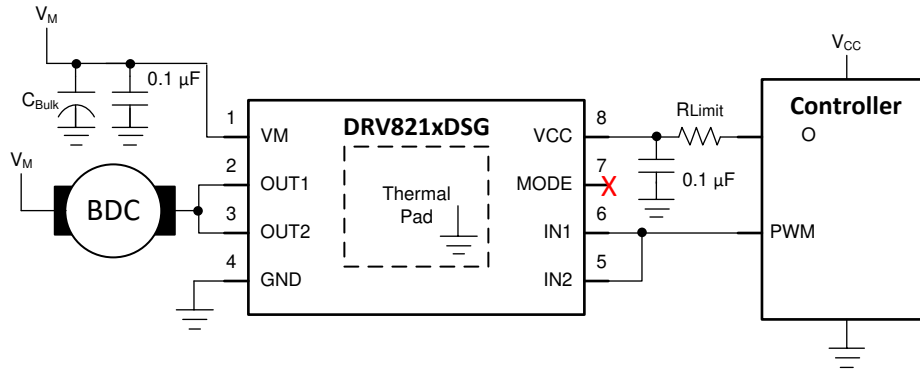


图 6-4. 半桥模式用作输出并联的低侧驱动器

6.2 单电机运行

该模式支持对一个电机进行双向控制。将一个直流电机连接至 OUT1 和 OUT2 之间。电机旋转方向通过电位器控制。节 4 对此进行了详细介绍。按照以下步骤操作 EVM，可实现单个电机的双向速度控制：

1. 确保仅安装一个驱动器，并且 EVM 未连接电源。
2. 将一个电机连接至 OUT1 和 OUT2 之间。有关 DRV821xDSG 的方框图，请参阅图 6-5。
3. 如果 EVM 上安装的是 DRV821xDSG，请使用跳线将 MODE/nSLEEP 接口 (J2) 连接至 3.3V 或 GND，以分别设置输入模式为 PWM 控制模式或 PH/EN 模式。
4. 如果 EVM 上安装的是 DRV8220DSG，请使用跳线将 MODE/nSLEEP 接口 (J2) 连接至 3.3V 或 GND，以分别设置输入模式为 PWM 控制模式或 PH/EN 模式。同时，需要通过跳线将 VCC_DRV (J7) 连接至 3.3V，以使器件启用。
5. 如果安装的是 DRV821xPDSG，请将 MODE/nSLEEP 接口连接至 3.3V，使 nSLEEP 处于逻辑高电平并启用器件（对于 PDSG 器件，MODE 引脚变为 nSLEEP 引脚）。DRV821xPDSG 仅支持 PWM 控制模式。
6. 如果安装的是 DRV82xxDRL，则忽略 MODE/nSLEEP 跳线状态，控制模式默认设置为 PWM 模式。DRL 器件仅支持 PWM 控制模式。
7. 将电位器（EN/IN1 PWM 与 PH/IN2 PWM）逆时针旋到底，使其输出电压调至最低。这样可使连接在 OUT1 和 OUT2 之间的电机速度降至最低。
8. 给 J1 接头通电。
9. 顺时针旋转 EN/IN1 PWM 电位器，连接在 OUT1 和 OUT2 上的电机开始旋转。根据需要继续调节，直到达到最大速度。
10. 根据节 4 中的表格调节电位器，以控制电机方向和速度。

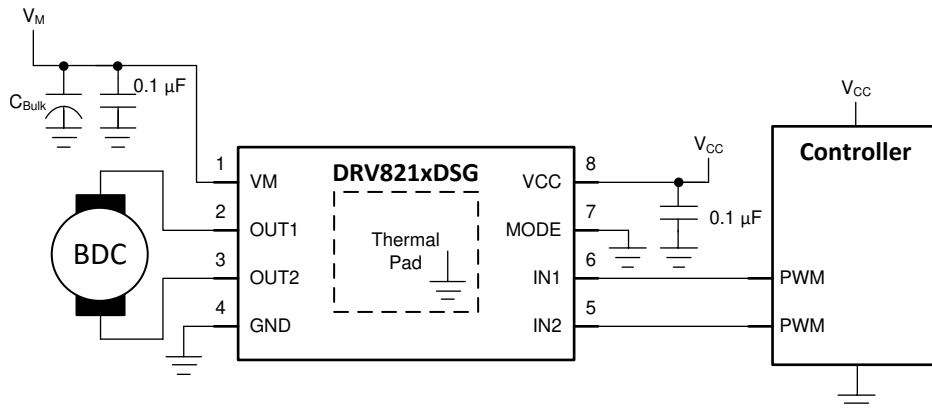


图 6-5. DRV821xDSG PWM 单电机运行

7 卸下和安装支持的电机驱动器

该 EVM 支持 DRV8210/8212/8220DSG、DRV8210/8212PDSG 以及 DRV8210/8212/8220DRL 器件。EVM 包含两种封装结构，可以支持上述器件。U2 封装位置支持 DSG 和 PDSG 器件，U5 封装位置支持 DRL 器件。U2 和 U5 共用同一个输出连接器，因此任何时候只能安装其中一个封装位置的器件。以下是有关如何在 EVM 上卸下和安装不同驱动器的分步说明：

1. 断开 EVM 的电源。
2. 从 PCB 上小心拆焊器件。确保遵循正确的焊接和 ESD 保护程序，以防损坏 EVM。
3. 小心地将新器件焊接到 EVM 上。有关更多说明，请参阅表 7-1。访问 ti.com 或任何授权的第三方供应商，购买所需的驱动程序。
4. EVM 使用电阻器组合来识别电路板上安装的器件。图 7-1 显示了用于器件识别的电阻器。MCU 读取 ID1、ID2 和 ID3 的值以确定 EVM 上安装的器件。根据电路板上的器件，固件的功能略有不同。支持的每个器件都具有唯一的 ID1、ID2 和 ID3 值，这些值由 R5、R7、R8、R9、R13 和 R14 设置。安装新器件后，请确保安装适当的电阻器。表 7-2 列出了每种支持器件对应的唯一器件 ID，以及需要安装的电阻组合。

表 7-1. 在 EVM 上焊接新器件和无源元件的程序

待安装的新器件	焊接程序
DRV8210/8212DSG 或 DRV8210/8212PDSG	- 将器件焊接到封装 U2 上。确保器件的引脚 1 与 PCB 上的点对齐 - 如果 R10 尚未拆下，请拆下 - 如果尚未安装，请安装 C6 (1210, 25V, 22 μF)、C9 (1210, 25V, 22 μF)、C3 (0402, 25V, 0.1 μF)、C1 (0603, 25V, 0.1 μF) 以及 R15 (0603, 0 Ω)
DRV8220DSG	- 将器件焊接到封装 U2 上。确保器件的引脚 1 与 PCB 上的点对齐 - 如果 R15 尚未拆下，请拆下 - 如果尚未安装，请安装 C6 (1210, 25V, 22 μF)、C9 (1210, 25V, 22 μF)、C3 (0402, 25V, 0.1 μF)、C1 (0603, 25V, 0.1 μF)。 - 如果尚未安装，请安装 J7 (2x1, 2.54mm, TH 接头)。有关 J7 接头的功能，请参阅表 3-1。
DRV8210/8212/8220DRL	- 将器件焊接到封装 U5 上。确保器件的引脚 1 与 PCB 上的点对齐。 - 如果尚未拆下，请拆下 C6、C9、C3、C1、R10 和 R15。 - 如果尚未安装，请安装 C10 (0402, 25V, 0.1μF)。

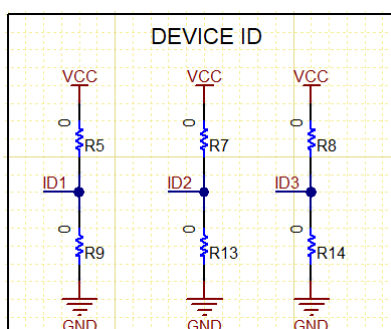


图 7-1. 器件 ID 电阻器

表 7-2. 唯一器件标识符电阻器

器件	器件 ID	要安装的器件 ID 电阻器
DRV8210DSG	ID1 = 0 ; ID2 = 0 ; ID3 = 0	R9、R13、R14
DRV8210PDSG	ID1 = 0 ; ID2 = 0 ; ID3 = 1	R9、R13、R8
DRV8210DRL	ID1 = 0 ; ID2 = 1 ; ID3 = 0	R9、R7、R14
DRV8212DSG	ID1 = 0 ; ID2 = 1 ; ID3 = 1	R9、R7、R8

表 7-2. 唯一器件标识符电阻器 (续)

器件	器件 ID	要安装的器件 ID 电阻器
DRV8212PDSG	ID1 = 1 ; ID2 = 0 ; ID3 = 0	R5、R13、R14
DRV8212DRL	ID1 = 1 ; ID2 = 0 ; ID3 = 1	R5、R13、R8
DRV8220DSG	ID1 = 1 ; ID2 = 1 ; ID3 = 0	R5、R7、R14
DRV8220DRL	ID1 = 1 ; ID2 = 1 ; ID3 = 1	R5、R7、R8

8 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 * (November 2020) to Revision A (December 2020)	Page
• 更新了“注意事项”信息.....	1

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 © 2026，德州仪器 (TI) 公司

最后更新日期：2025 年 10 月