

EVM User's Guide: DRV81646EVM, DRV81646DGQEVM, DRV81545EVM, DRV81X4XEVM

DRV81X4X 评估模块



说明

DRV81x4x 评估模块 (EVM) 可用于评估 DRV81545、DRV81646 和 DRV81646DGQ 器件。该 EVM 已编程为开箱即用，可立即开始驱动负载。为了简化控制和配置，该 EVM 附带图形用户界面 (GUI) 应用程序。

开始使用

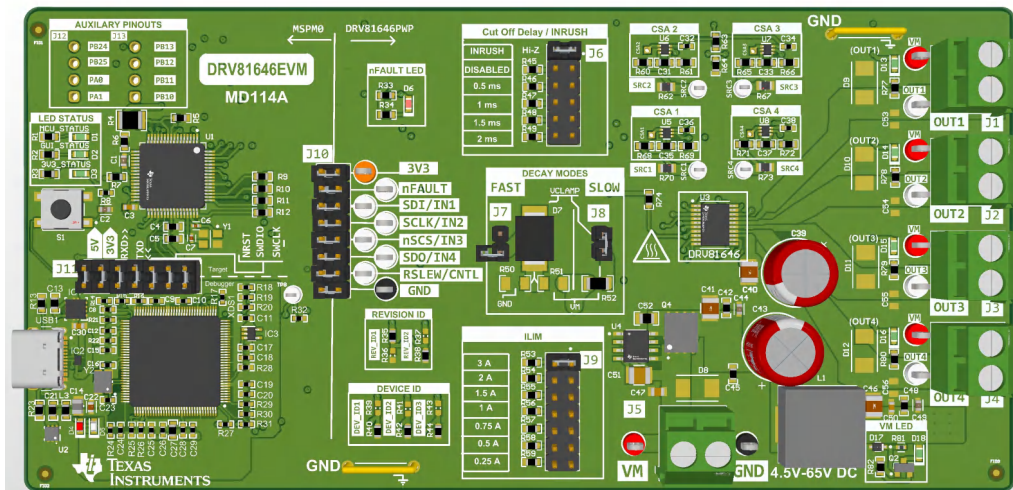
1. 订购 EVM。
 - a. [DRV81545EVM](#)
 - b. [DRV81646EVM](#)
 - c. [DRV81646DGQEVM](#)
2. 使用[基于网络的 GUI](#)。
3. 连接 USB 和外部电源。
4. 启动 DRV81x4x-EVM-GUI，然后在主页上选择 EVM 型号。

特性

- 用于数字电压电源的板载 3.3V LDO
- XDS110 基于 USB 的板载仿真器，便于对 MSPM0 微控制器进行编程和调试
- 主信号接头通过可拆卸分流器来断开进入电机驱动器 IC 的主信号与 MCU 的连接
- 用于控制 EVM 和 DRV IC 的 GUI 软件

应用

- 有刷直流电机 (BDC) 驱动器
- PLC
- 分布式 I/O



DRV81646EVM

1 评估模块概述

1.1 简介

DRV81545、DRV81646 和 DRV81646DGQ 系列器件包含具备以下特性的低侧开关：

- **DRV81545**：55V/2A 四通道低侧开关具备集成型环流二极管、可配置的电流限制、可配置的过流切断持续时间，以及独立的过热和过流保护。
- **DRV81646**：65V/4A 四通道低侧开关具备集成型环流二极管、可配置的电流限制、可配置的过流切断持续时间，以及独立的过热和过流保护。该器件还提供转换率配置并支持高达 10ms 的浪涌电流时间，适用于电容负载。此外，每个 MOSFET 的源极端子都可从外部使用，从而实现可选的电流检测。
- **DRV81646DGQ**：65V/3A 四通道低侧开关具备集成型环流二极管、可配置的电流限制、可配置的过流切断持续时间，以及独立的过热和过流保护。该器件还提供转换率配置并支持高达 10ms 的浪涌电流时间，适用于电容负载。此外，每个 MOSFET 的源极端子都可从外部使用，从而实现可选的电流检测。

本文档随 [DRV81545](#)、[DRV81646](#) 和 [DRV81646DGQ](#) 评估模块 (EVM) 提供，作为 DRV81545、DRV81646 和 DRV81646DGQ 数据表的补充。本用户指南包括 EVM 硬件设置说明、GUI 安装和使用说明。

1.2 套件内容

表 1-1 列出了 EVM 套件的内含物。如果缺少任何元件，请联系最近的[德州仪器 \(TI\) 产品支持中心](#)。

表 1-1. 套件内容

项目	数量
DRV81545EVM、DRV81646EVM、 DRV81646DGQEVM 之一	1
3 英尺白色 USB-A 转 USB-C® 电缆	1

1.3 规格

DRV81x4x EVM 通过 USB-A 转 USB-C 电缆连接至本地计算机 USB 端口。板载 XDS110 USB 仿真器支持对主 MSPM0 微控制器进行编程和调试，而无需外部调试器。3.3V LDO 从 USB 5V 电源生成 3.3V 电源轨。此 3.3V 电压用于为 XDS110 MCU、主 MSPM0 和状态 LED 供电。J10 信号接头使用可拆卸分流器将信号从 MCU 传递到负载驱动器。移除所有这些分流器，以便轻松将控制信号输入到驱动器。在器件的工作范围内为 J5 螺纹接线端子提供外部电源。DRV81545 支持 4.5V 至 55V 的电源电压范围，而 DRV81646 和 DRV81646DGQ 支持 4.5V 至 65V 的电源电压范围。

1.4 器件信息

DRV81545、DRV81646 和 DRV81646DGQ 提供了四个具有集成环流二极管和外部 TVS/齐纳二极管的低侧开关，可在开关关断期间作为电感负载的替代电流路径进行灵活衰减。每个通道均通过一个可配置的电流限值来受到过流保护，该限值可使用 ILIM 引脚上适当的电阻器从外部设置。每个通道还配备了自己的过热保护。这些通道还具有截止持续时间设置，可将相应通道上电流限制条件的持续时间限制为可通过设置 COD 引脚上的电阻器来配置的持续时间。此外，通过故障输出引脚 (nFAULT) 指示故障。

表 1-2 中的文档提供了有关该 EVM 装配件中使用的德州仪器 (TI) 集成电路的信息。本用户指南可从 TI 网站上获得，文献编号为 SLVUDI9。附加到文献编号的任何字母对应于撰写本文档时已有的最新文档修订版。可通过 TI 网站 www.ti.com.cn，也可以致电德州仪器 (TI) 文献响应中心 (电话为 (800) 477-8924) 或产品信息中心 (电话为 (972) 644-5580) 获取较新的修订版。订购时，可通过文档标题或文献编号识别文档。

表 1-2. 相关器件文档

说明	数据表
XDS110 MCU	MSP432E401Y
主 MSPM0 MCU	MSPM0G3507
四通道低侧开关	DRV81545 、 DRV81646 、 DRV81646DGQ

2 硬件

2.1 接头和测试点信息

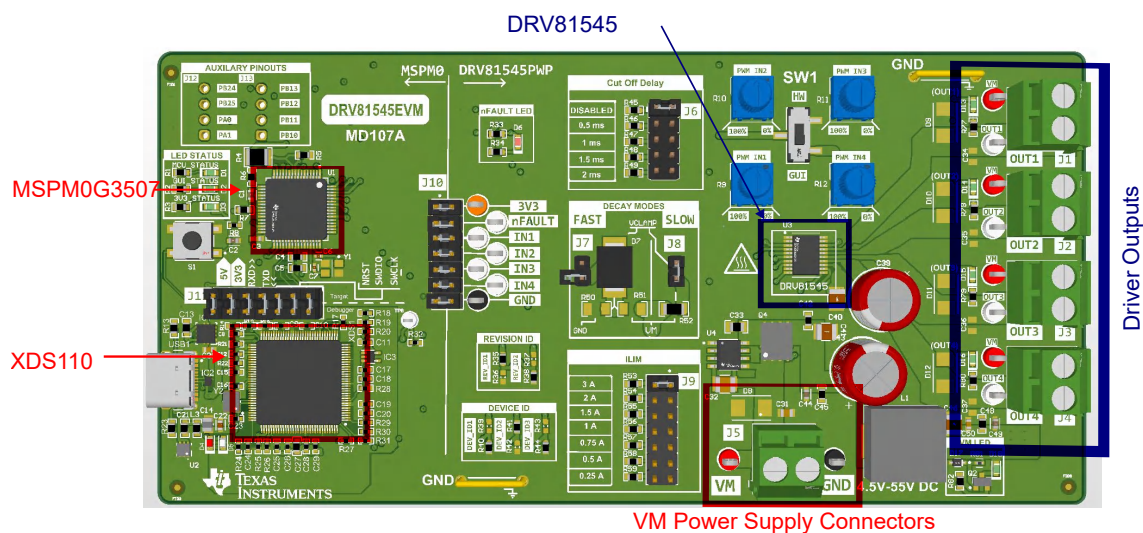


图 2-1. DRV81545EVM (MD0107-001) 顶视图

小心

表面高温。EVM 可能会用 FIRE 三角符号标记高表面温度。驱动高电流时，避免触摸标记的高温表面区域，以防止潜在的灼伤损害。

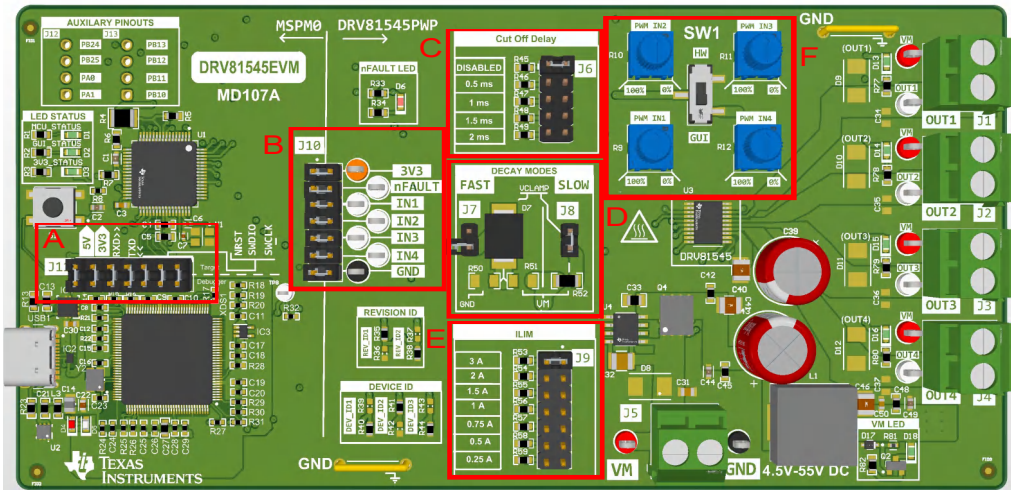


图 2-2. DRV81545EVM 接头和测试点信息

表 2-1. 接头和测试点说明 - DRV81545EVM

元件标签	说明
A	MSP432E401Y 和 MSPM0G3507 之间的 XDS110 接头
B	主信号接头： 3V3：来自 LDO 的 3.3V。 GND：GND 测试点。 IN1：通道 1，输入。 IN2：通道 2，输入。 IN3：通道 3，输入。 IN4：通道 4，输入。
C	截止持续时间 (COD) 配置限制了相应通道上电流限制条件的持续时间。可以通过在 COD 引脚上设置适当的下拉电阻器来选择 tCOD。请勿使该引脚保持未连接状态。更改设备断电时的设置。 禁用：COD 由 10kΩ 下拉电阻器禁用。输出级和 IC 仅受热中断的保护。 0.5ms：COD 引脚通过 60kΩ 下拉至 GND。该器件在电流限制条件下持续 0.5ms。它将仅在典型值为 16ms 的间隔后重试。 1ms：COD 引脚通过 120kΩ 下拉至 GND。该器件在电流限制条件下持续 1ms。它将仅在典型值为 32ms 的间隔后重试。 1.5ms：COD 引脚通过 180kΩ 下拉至 GND。该器件在电流限制条件下持续 1.5ms。它将仅在典型值为 48ms 的间隔后重试。 2ms：COD 引脚通过 240kΩ 下拉至 GND。该器件在电流限制条件下持续 2ms。它将仅在典型值为 64ms 的间隔后重试。
D	可以通过连接到 VM 或将外部 TVS 二极管连接到 VM 或 GND 来控制不同的衰减模式，从而控制 VCLAMP 引脚设置。必须一次调整一项设置，确保正确连接相应的电阻器。注意：切勿同时组装 R50 和 R51，因为这样做会导致 VM 和 GND 之间发生短路，从而可能损坏器件。此外，确保接头未保持未连接状态，并验证相关电阻器是否已正确组装。为避免出现任何问题，请仅在器件断电时进行这些更改。 可用的衰减模式包括： SLOW：慢速衰减模式，其中 VCLAMP 连接到 VM (组装 R52 并短接 J8) FAST：快速衰减模式，可通过两种方式进行配置： - TVS/齐纳二极管 VCLAMP 至 GND (组装 R50 并短接 J7) - TVS/齐纳二极管 VCLAMP 至 VM (组装 R51 并短接 J7)

表 2-1. 接头和测试点说明 - DRV8154SEVM (续)

元件标签	说明
E	在 ILIM 引脚上使用适当的下拉电阻器配置电流限制。请勿使该引脚保持未连接状态。更改设备断电时的设置。 • 3A : ILIM 引脚通过 10kΩ 下拉至 GND。将电流限制为 3A (典型值)。 • 2A : ILIM 引脚通过 30kΩ 下拉至 GND。将电流限制为 2A (典型值)。 • 1.5A : ILIM 引脚通过 45kΩ 下拉至 GND。将电流限制为 1.5A (典型值)。 • 1A : ILIM 引脚通过 60kΩ 下拉至 GND。将电流限制为 1A (典型值)。 • 0.75A : ILIM 通过 80kΩ 下拉至 GND。将电流限制为 0.75A (典型值)。 • 0.5A : ILIM 引脚通过 120kΩ 下拉至 GND。将电流限制为 0.5A (典型值)。 • 0.25A : ILIM 通过 240kΩ 下拉至 GND。将电流限制为 0.25A (典型值)。
F	GUI/HW 开关使用户能够通过板载电位器或基于网络的 GUI 控制来控制驱动器。 • GUI/HW : 基于硬件或基于 GUI 的控制开关。若要使用基于网络的 GUI, 请确保开关处于 GUI 模式。 • PWM IN1 : 当开关处于 HW 模式时, 控制通道 1 的 PWM 占空比。 • PWM IN2 : 当开关处于 HW 模式时, 控制通道 2 的 PWM 占空比。 • PWM IN3 : 当开关处于 HW 模式时, 控制通道 3 的 PWM 占空比。 • PWM IN4 : 当开关处于 HW 模式时, 控制通道 4 的 PWM 占空比。 注意 : 在 HW 模式下, PWM 频率设置为 20kHz。

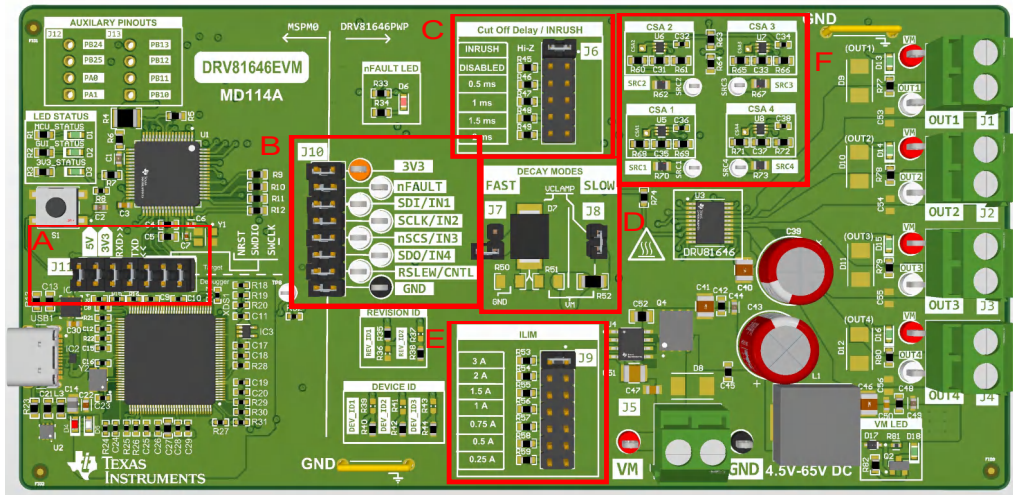


图 2-3. DRV81646EVM 和 DRV81646DGQEVm 接头和测试点信息

表 2-2. DRV81646EVM 与 DRV1646DGQEVm

元件标签	说明
A	MSP432E401Y 和 MSPM0G3507 之间的 XDS110 接头
B	主信号接头： 3V3：来自 LDO 的 3.3V SDI/IN1：SPI 接口 SDI/HW 接口通道 1 输入。 SCLK/IN2：SPI 接口 SCLK/HW 接口通道 2 输入。 nSCS/IN3：SPI 接口 nSCS/HW 接口通道 3 输入。 SDO/IN4：SPI 接口 SDO/HW 接口通道 3 输入。 RSLEW/CNTL：转换率和控制接口 (SPI/HW) GND：GND 测试点。
C	截止持续时间 (COD) 配置限制了相应通道上电流限制条件的持续时间。可以通过在 COD 引脚上设置适当的下拉电阻器来选择 tCOD。更改设备断电时的设置。 浪涌：将 COD 引脚保持未连接状态 (Hi-Z) 可将电容负载的电流限制提高至 10ms。 禁用：COD 由 10kΩ 下拉电阻器禁用。输出级和 IC 仅受热关断的保护。 0.5ms：COD 引脚通过 60kΩ 下拉至 GND。该器件在电流限制条件下持续 0.5ms。它将仅在典型值为 16ms 的间隔后重试。 1ms：COD 引脚通过 120kΩ 下拉至 GND。该器件在电流限制条件下持续 1ms。它将仅在典型值为 32ms 的间隔后重试。 1.5ms：COD 引脚通过 180kΩ 下拉至 GND。该器件在电流限制条件下持续 1.5ms。它将仅在典型值为 48ms 的间隔后重试。 2ms：COD 引脚通过 240kΩ 下拉至 GND。该器件在电流限制条件下持续 2ms。它将仅在典型值为 64ms 的间隔后重试。
D	可以通过连接到 VM 或将外部 TVS 二极管连接到 VM 或 GND 来控制不同的衰减模式，从而控制 VCLAMP 引脚设置。必须一次调整一项设置，确保正确连接相应的电阻器。注意：切勿同时组装 R50 和 R51，因为这样做会导致 VM 和 GND 之间发生短路，从而可能损坏器件。此外，确保接头未保持未连接状态，并验证相关电阻器是否已正确组装。为避免出现任何问题，请仅在器件断电时进行这些更改。 可用的衰减模式包括： SLOW：慢速衰减模式，其中 VCLAMP 连接到 VM (组装 R52 并短接 J8) FAST：快速衰减模式，可通过两种方式进行配置： - TVS/齐纳二极管 VCLAMP 至 GND (组装 R50 并短接 J7) - DTV/齐纳二极管 VCLAMP 至 VM (组装 R51 并短接 J7)

表 2-2. DRV81646EVM 与 DRV1646DGQEVm (续)

元件标签	说明
E	在 ILIM 引脚上使用适当的下拉电阻器配置电流限制。请勿使用该引脚保持未连接状态。更改设备断电时的设置。 • 3A : ILIM 引脚通过 10kΩ 下拉至 GND。将电流限制为 3A (典型值)。 • 2A : ILIM 引脚通过 30kΩ 下拉至 GND。将电流限制为 2A (典型值)。 • 1.5A : ILIM 引脚通过 45kΩ 下拉至 GND。将电流限制为 1.5A (典型值)。 • 1A : ILIM 引脚通过 60kΩ 下拉至 GND。将电流限制为 1A (典型值)。 • 0.75A : ILIM 通过 80kΩ 下拉至 GND。将电流限制为 0.75A (典型值)。 • 0.5A : ILIM 引脚通过 120kΩ 下拉至 GND。将电流限制为 0.5A (典型值)。 • 0.25A : ILIM 通过 240kΩ 下拉至 GND。将电流限制为 0.25A (典型值)。
F	SRC 引脚连接到 10mΩ 检测电阻器 (R62、R67、R70 和 R73) , 允许测量负载电流。每个通道的电流由 CSA1 拉至 CSA4, 然后由 INA185A2IDRL IC 放大。随后, 经放大的电流被发送到 MCU 的 ADC 以供进一步分析。 出于诊断和测试目的, 可使用以下测试点: CSA1 : 在放大之前对原始 SRC1 输出进行 SRC1 测试点访问。CSA1 测试点显示了通道 1 的放大电流, 便于进行调试和分析。 CSA2 : 在放大之前对原始 SRC2 输出进行 SRC2 测试点访问。CSA2 测试点显示了通道 1 的放大电流, 便于进行调试和分析。 CSA3 : 在放大之前对原始 SRC3 输出进行 SRC3 测试点访问。CSA3 测试点显示了通道 1 的放大电流, 便于进行调试和分析。 CSA4 : 在放大之前对原始 SRC4 输出进行 SRC4 测试点访问。CSA4 测试点显示通道 1 的放大电流, 便于调试和分析。

2.2 连接器信息

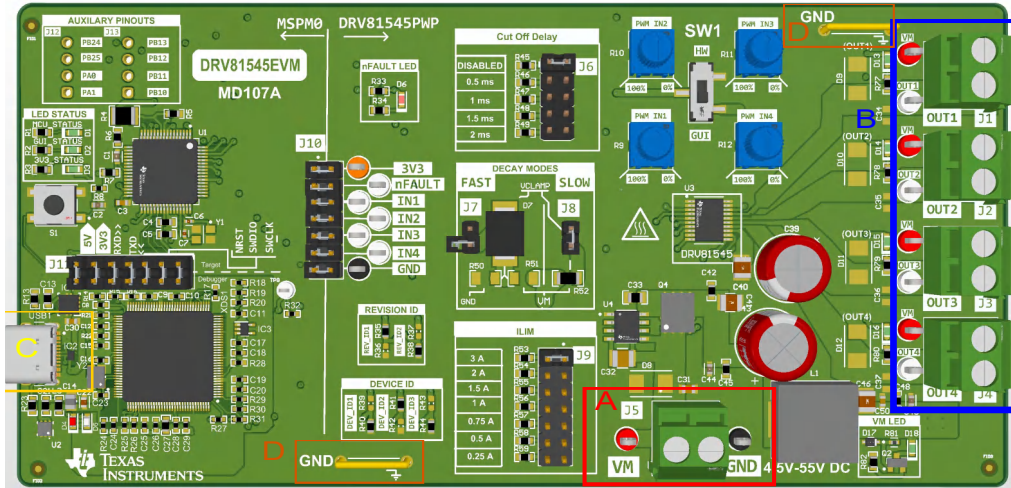


图 2-4. DRV81X4X EVM 连接器

表 2-3. 连接器说明

元件标签	说明
A	输入电源连接器。电源线可直接连接到螺纹接线端子，也可夹持到连接器两侧的测试点。
B	高侧驱动器输出连接器。
C	USB 连接器。
D	接地带可用作探头和其他连接器的接地端。

2.3 指示灯 LED

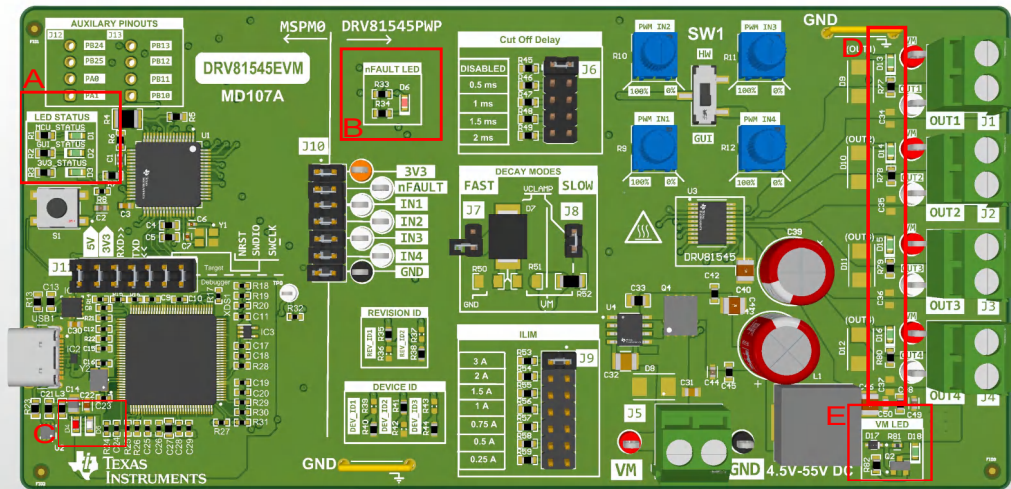


图 2-5. DRV81X4X EVM 指示灯 LED

LED	功能
A/D1	MCU_STATUS : 当 MCU 处于活动状态时，LED 以大约 1 秒的频率闪烁。如果停止闪烁，请拔下 EVM，然后将其重新连接到计算机。
A/D2	GUI_STATUS : OFF EVM 未连接到 GUI。ON EVM 已连接到 EVM GUI。
A/D3	3V3 STATUS : 当 3.3V 未处于活动状态时熄灭。ON 当 3.3V 时处于活动状态。
B/D6	nFAULT LED : OFF 设备正常运行。ON 过热时触发过流保护。

LED	功能
C/D4、D5	XDS110 LED : OFF XDS110 未连接。 ON 连接 XDS110 时。
D/D13-D16	OUTx LED : OFF 当 OUTx 关断时。 ON 当 OUTx 开启时。
E/D18	VM LED : 当未提供 VM 时熄灭。当提供 VM 时亮起

2.4 硬件设置

EVM 硬件经过专门设计和配置，可简化设置并开始启动负载。EVM 在接头的适当位置带有跳线。表 2-1 和 表 2-2 展示了跳线（也称为分流器）的位置。

备注

- DRV81545EVM 无论有无 GUI 软件都能正常工作。为确保正常运行，请验证 SW1 开关 (GUI/HW) 设置为正确的状态。
- 确认连接器 J6 至 J11 上的分流器已正确配置

在将 EVM 连接至 GUI 软件之前，请按照以下步骤操作：

1. 通过 USB 连接器将 EVM 连接到 PC。LED D5 (XDS110) 和 LED D3 (3.3V) 必须稳定亮起。LED D1 (MCU STATUS) 需要以 1 秒的间隔亮起/熄灭。
2. 将电源（对于 DRV81545，小于 55V；对于 DRV81646/DRV81646DGQ，小于 65V）连接到电源连接器。
3. 打开电源。LED D18 (VM) 亮起。有关设置图像，请参阅 图 2-6。此 EVM 采用内置反极性保护设计，可防止因电源连接错误造成损坏。如果 LED D18 指示灯未亮起，请确保电源极性连接配置正确。
4. 将负载连接至相应的输出连接器。
5. 现已完成设置。有关设置图像，请参阅 图 2-6。

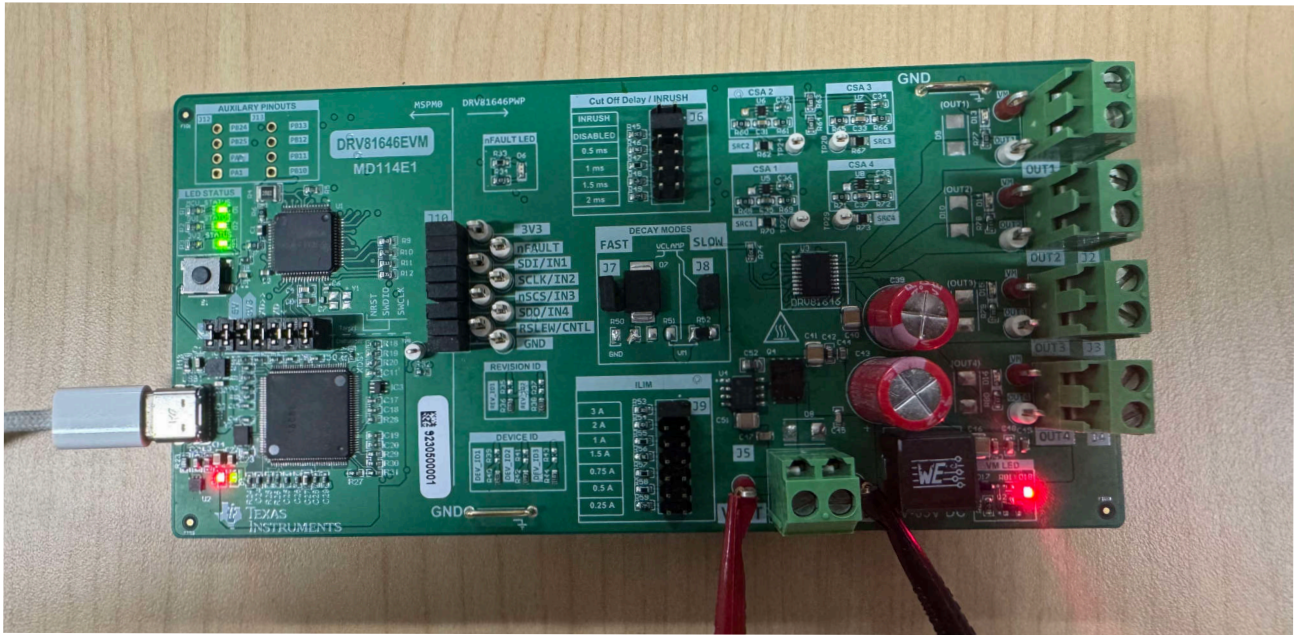


图 2-6. 硬件设置

3 软件

3.1 Web GUI 访问或本地 GUI 安装

此 EVM 通过 GUI 应用程序进行控制，并可通过 Chrome 浏览器来使用，也可以本地安装到 PC 上。在[此处](#)下载最新的 GUI 安装程序或在[此处](#)使用基于网络的 GUI。

要使用 Web GUI (推荐)，请执行以下步骤：

1. 通过以下链接打开最新版本的 GUI：<https://dev.ti.com/gallery/view/MotorDriversBSM/DRV1x4x-EVM-GUI/>
 - a. 或者，登录 <https://dev.ti.com/gallery/> 并按 *Recently updated* 排序来搜索 *DRV81x4x*。
 - b. 点击第一个搜索结果的标题或空白处来打开基于网络的 GUI。

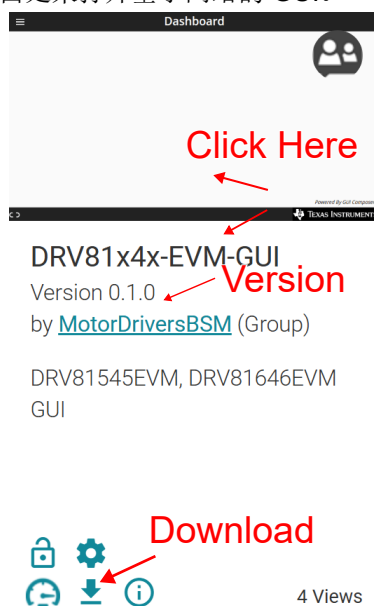


图 3-1. 启动或下载本地安装程序的 TI GUI Composer 库结果

要在本地安装 GUI，请执行以下步骤：

1. 使用 myTI 登录凭证登录 <https://dev.ti.com/gallery/>。请注意，GUI Composer 登录时会搜索非常明确的用户名匹配项，包括注册时输入的大小写。
2. 通过以下链接打开最新版本的 GUI：<https://dev.ti.com/gallery/info/MotorDriversBSM/DRV81x4x-EVM-GUI/>
a. 或者，按 *Recently updated* 排序来搜索 *DRV81x4x*。
3. 将鼠标悬停在 *Download* 图标上，然后从顶部列表中选择相关操作系统的安装程序。请参阅上一节，查看库页面的图示。
4. 使用安装程序提取 ZIP 文件夹并运行安装程序。安装程序的内容一目了然，而且每个操作系统的安装内容看上去略有不同。
5. 点击 *Next*，然后同意下一页上的条款和条件。
6. 将应用程序和运行时目录保留为默认位置。点击 *Next* 安装 GUI。
7. 如果出现提示，请选择 *Download from Web* 来下载 GUI Composer Runtime，然后点击 *Next*。
a. 如果网络防火墙阻止从网络下载 Runtime，则可以在[此处](#)下载 Runtime 安装程序。
8. 选中此框来创建桌面快捷方式，然后点击 *Finish* 来完成安装。
9. GUI 现已安装。

3.2 将 EVM 连接到 GUI

EVM 硬件设置和 GUI 安装已完成，现在可以将 EVM 连接到 GUI。以下步骤概述了如何将 EVM 连接到 GUI：

1. 在 EVM 连接到 PC 的情况下，打开 GUI。[图 3-2](#) 展示了主页。

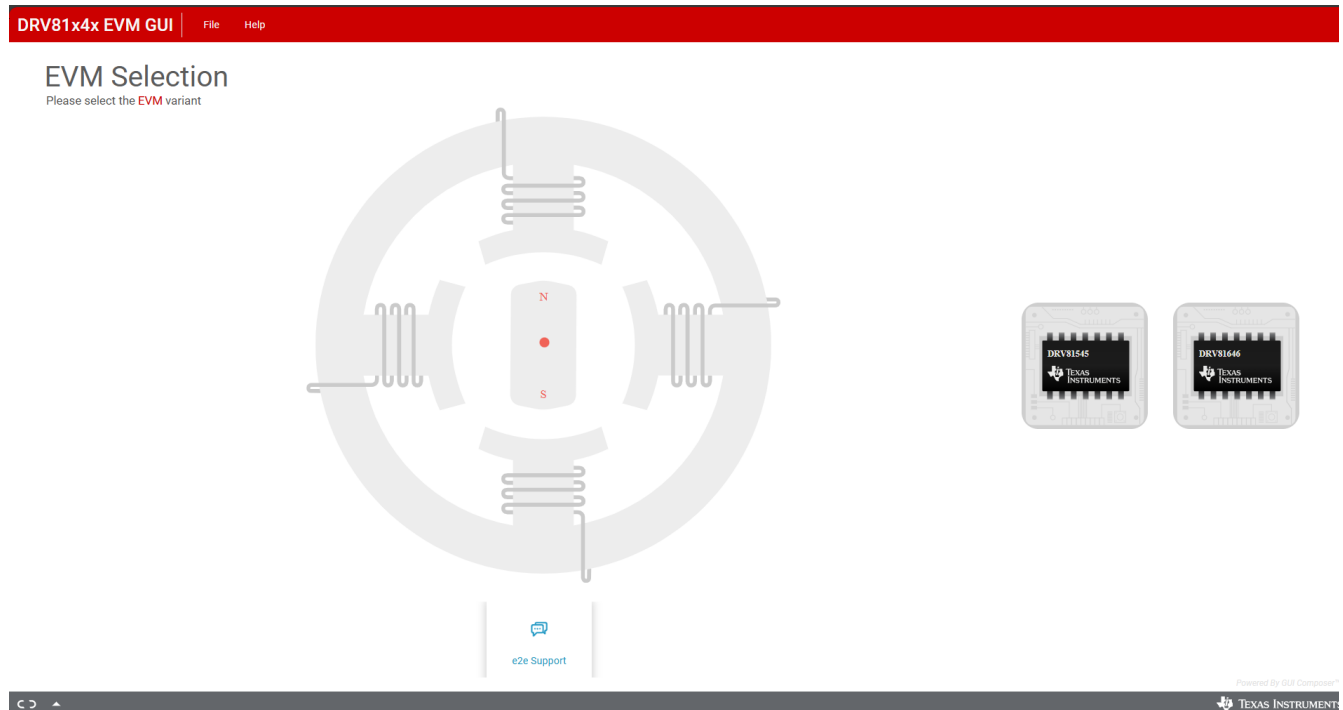


图 3-2. GUI 登录页面

2. 依次点击 *File -> Program Device*，使用最新软件对 EVM 进行编程。（请参阅[图 3-3](#)。）
用户需要在首次设置 EVM 时完成此操作，因为自 EVM 初始编程后可能已发布软件更新。

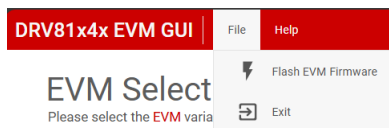


图 3-3. 编程器件

3. 从 EVM 的两个选项中选择合适的 GUI 型号 (图 3-3)。

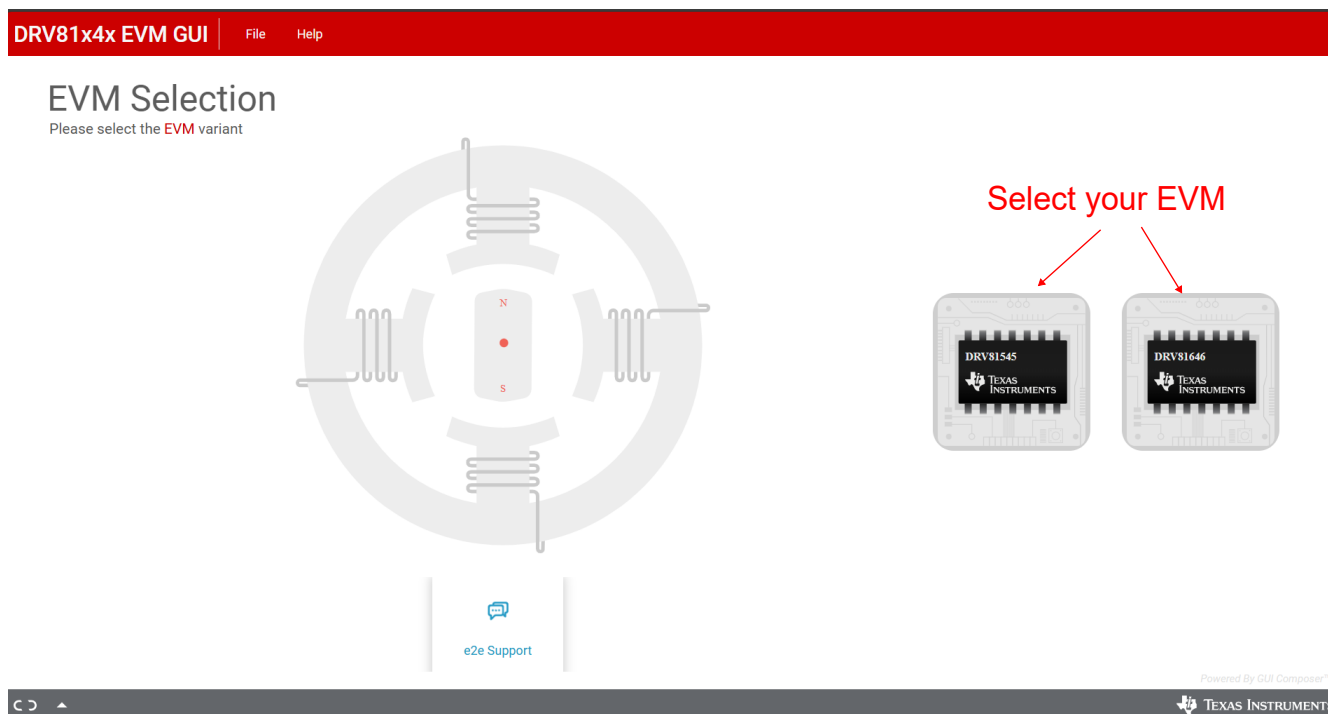


图 3-4. 选择 EVM 型号

4. GUI 会尝试连接到 EVM。成功连接后，GUI 会显示以下内容。如果没有成功连接，请按照节 2.4 中的步骤再次检查硬件设置是否正确。

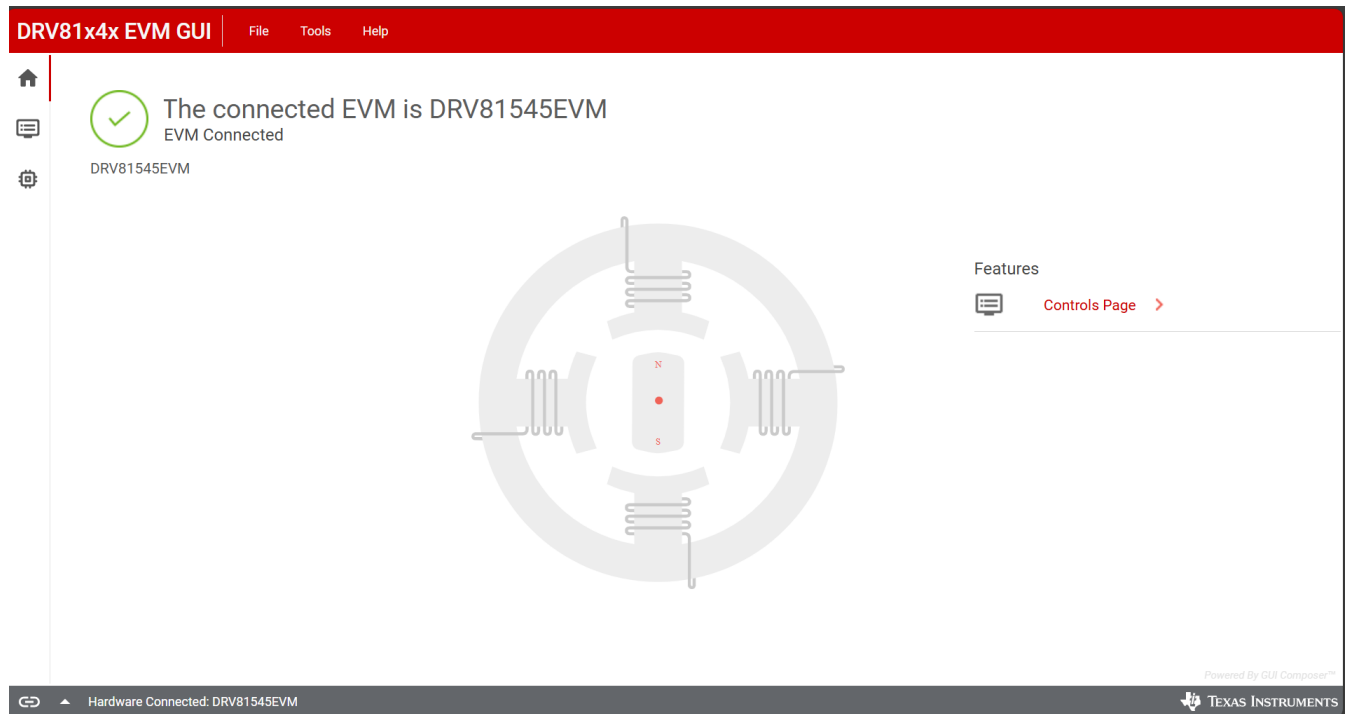


图 3-5. 成功连接 GUI

5. 成功连接后，点击控制页面以打开 通道配置。页面。
6. GUI 设置现已完成。下一节概述了 GUI 以及如何使用 GUI 来控制 EVM。

3.3 GUI 概述

以下各节概述了 DRV8154SEVM 与 DRV81646EVM 等各个 GUI 型号。在 GUI 主页中选定 GUI 型号。

3.4 DRV8154S GUI

图 3-6 概述了 DRV8154SEVM GUI 的所有小工具和功能。

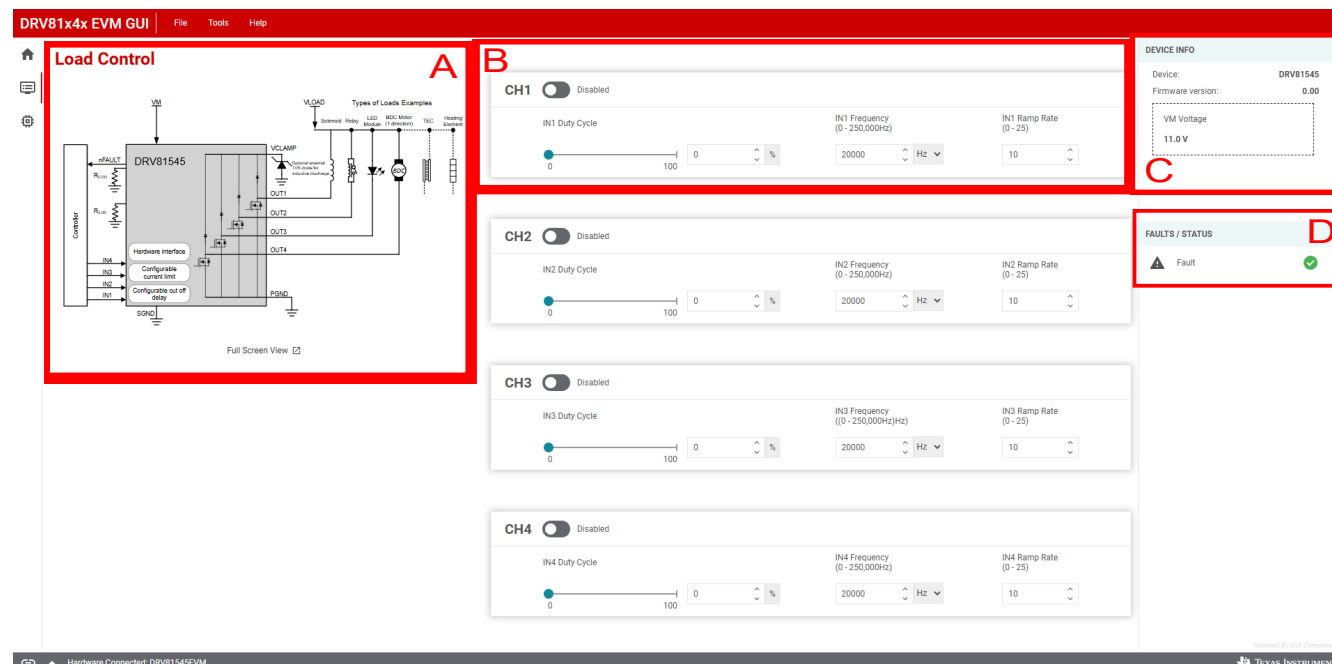


图 3-6. DRV8154SEVM GUI 驱动器控制页面

表 3-1. DRV8154SEVM GUI 概览

元件标签	说明
A	DRV8154S 的方框图。
B	OUT1 通道控制寄存器。 IN1 占空比：IN1 PWM 占空比可在 0% 至 100% 之间调节。 IN1 频率：IN1 PWM 频率可在 0Hz 至 250kHz 之间变化，单位可选（Hz 或 kHz）。 IN1 斜坡速率：控制占空比增量速率。 OUT1 启用/禁用：此切换开关控制 IN1 PWM 信号的应用。 - 启用：IN1 PWM 信号被应用到 IN1 引脚。 - 禁用：IN1 PWM 信号不会施加到 IN1 引脚。
C	器件：器件名称 固件版本：EVM 固件版本 VM 电压：电源电压值
D	nFAULT 引脚状态： - 绿色：表示正常运行，无有效故障情况。 - 红色：表示已为一个或多个通道激活过流或过热保护。

3.5 DRV81646 GUI

DRV81646 GUI 用于 DRV81646EVM 和 DRV81646DGQEVm。随附的 GUI 软件支持通过硬件和 SPI 接口与器件进行交互。DRV81646 GUI 具有两个主页面：硬件接口页面和 SPI 接口页面。硬件界面页面可通过输入 PWM 控制器件，从而直观地管理器件设置。nFAULT LED 可用作可视化指示器，用来表示已为一个或多个通道触发过流或过热保护的信号。相反，SPI 接口页面则通过传输 SPI 命令提供开/关控制，以及每个通道的详细故障信息，使用户对器件性能有更一般的了解，并允许进行有针对性的故障排除。

下面的图 3-7 展示了硬件模式下的驱动器控制面板，主要部分用红色框括起来，并标有字母。

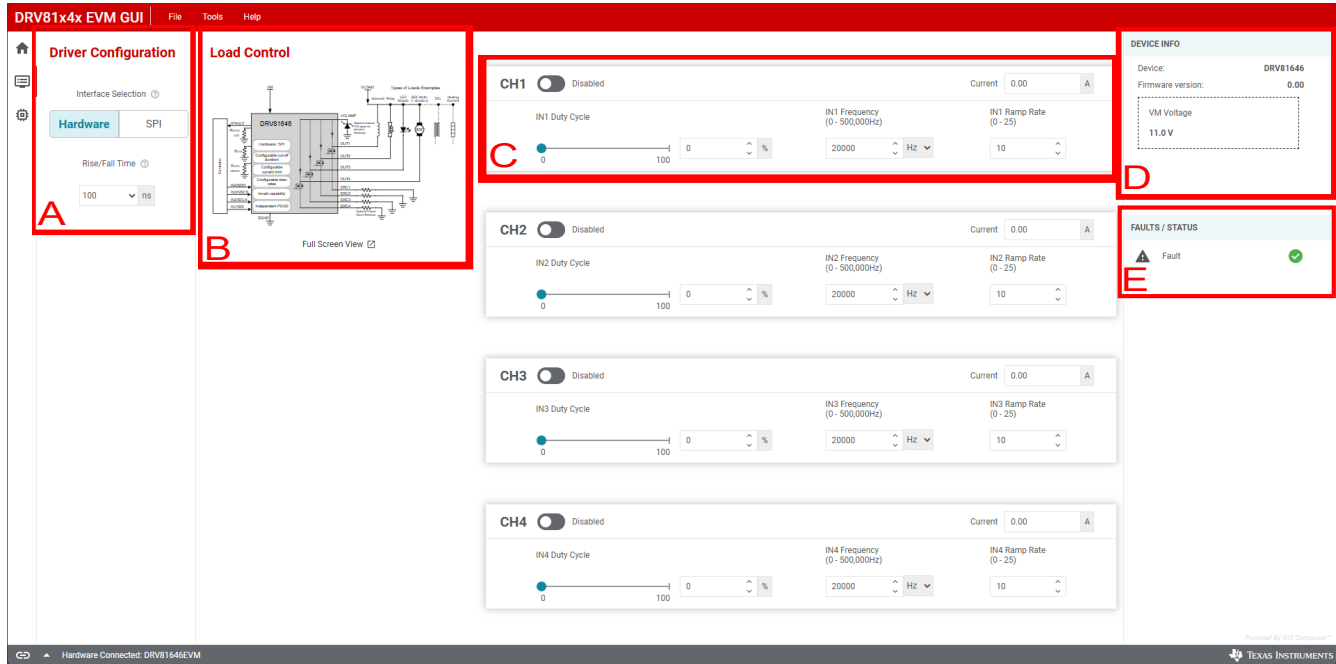


图 3-7. DRV81646EVM 驱动器控制面板硬件接口

表 3-2. DRV81646 GUI 硬件接口概述

元件标签	说明
A	驱动器配置 接口选择：该器件提供两个接口选项：硬件和 SPI。 硬件接口：在该配置下，使用 PWM 输入来控制通道。通过 MCU 将适当的电阻器连接到 RSLEW/CNT 引脚来选择接口。 SPI 接口：SPI 通过 SPI 命令控制输出，该命令通过设置控制寄存器位来执行。 要在硬件和 SPI 之间切换，必须关闭器件的电源，更改接口，然后为其供电。 上升/下降时间：该设置通过将适当的电阻器连接到 RSLEW/CNT 引脚来配置输出转换率。请注意，需要进行电源循环才能对转换率进行更改
B	DRV81646 的方框图。
C	OUT1 通道控制寄存器。 IN1 占空比：IN1 PWM 占空比可在 0% 至 100% 之间调节。 IN1 频率：IN1 PWM 频率可在 0Hz 至 250kHz 之间变化，单位可选 (Hz 或 kHz)。 IN1 斜坡速率：控制占空比增量速率。 OUT1 启用/禁用：此切换开关控制 IN1 PWM 信号的应用。 启用：IN1 PWM 信号被应用到 IN1 引脚。 禁用：IN1 PWM 信号不会施加到 IN1 引脚。 电流：显示了在每个通道的 SRC 引脚测得的输出电流，可实时指示电流流动。

表 3-2. DRV81646 GUI 硬件接口概述 (续)

元件标签	说明
D	器件：器件名称 固件版本：EVM 固件版本 VM 电压：电源电压值。
E	nFAULT 引脚状态： 绿色：表示正常运行，无有效故障情况。 红色：表示已为一个或多个通道激活过流或过热保护。

下面的图 3-7 展示了 SPI 模式下的负载控制面板，主要部分用红色框括起来，并标有字母。



图 3-8. DRV81646EVM 驱动器控制面板 SPI

表 3-3. DRV81646 GUI SPI 接口概述

元件标签	说明
A	驱动器配置 接口选择：该器件提供两个接口选项：硬件和 SPI。 硬件接口：在该配置下，使用 PWM 输入来控制通道。通过 MCU 将适当的电阻器连接到 RSLEW/CNT 引脚来选择接口。 SPI：SPI 通过 SPI 命令控制输出，该命令通过设置控制寄存器位来执行。 要在硬件和 SPI 之间切换，必须关闭器件的电源，更改接口，然后重新为其供电。 上升/下降时间：该设置通过将适当的电阻器连接到 RSLEW/CNT 引脚来配置输出转换率。请注意，需要进行电源循环才能对转换率进行更改
B	DRV81646 的方框图。

表 3-3. DRV81646 GUI SPI 接口概述 (续)

元件标签	说明
C	OUT1 通道控制寄存器。 IN1 占空比：IN1 PWM 占空比可在 0% 至 100% 之间调节。 IN1 频率：IN1 PWM 频率可在 0Hz 至 250kHz 之间变化，单位可选 (Hz 或 kHz)。 IN1 斜坡速率：控制占空比增量速率。 OUT1 启用/禁用：此切换开关控制 IN1 PWM 信号的应用。 启用：IN1 PWM 信号被应用到 IN1 引脚。 禁用：IN1 PWM 信号不会施加到 IN1 引脚。 电流：显示了在每个通道的 SRC 引脚测得的输出电流，可实时指示电流流动。
D	器件：器件名称 固件版本：EVM 固件版本 VM 电压：电源电压值。
E	FAULT_CHx： 绿色：表示自上次 SPI 事务以来一直正常工作。 红色：通道 X 发生故障。如果通道 X 自上次 SPI 事务以来遇到故障，则会设置该位。当 nSCS 在有效 SPI 事务结束时被拉回高电平时 (奇偶校验通过)，则该位清除 SPI_ERROR： 绿色：指示 SCLK 编号正确且通过奇偶校验。 红色：指示接收到的数据位的奇偶校验与接收到的奇偶校验位不匹配，或者当 nSCS 为低电平时接收到的 SCLK 脉冲数不是 8 的倍数。
F	SPI 响应数据包： 各个通道的当前通道状态在 nSCS 引脚的下降沿被锁存 (启动 SPI 事务时)。锁存故障会在 nSCS 引脚的上升沿上清除。 FAULT_CHx： 0：自上次 SPI 事务以来通道正常工作。 1：通道 X 发生故障。如果通道 X 自上次 SPI 事务以来遇到故障，则会设置该位。当 nSCS 在有效 SPI 事务结束时被拉回高电平时 (奇偶校验通过)，则该位清除 SPISTAT：定义为 SPISTAT = (SDI) & NOT(SPI_ERROR)。 在下一个事务中，驱动器在 t_{H_SCLK} 间隔内将 SDO 拉低/拉高，会报告当前事务上的 SPI 错误。SDO 状态设置为 SPISTAT = (SDI) & NOT(SPI_ERROR)。读取 SPISTAT 值的最简单方法是在 t_{H_SCLK} 间隔期间保持 SDI=1，在 t_{SDOHIz} 之后读取 SPISTAT，这样，如果存在 SPI 错误，则 SPISTAT=0，否则 SPISTAT=1。
G	SPI 输入数据包： CHx_N_Stat：当 CHx_N_State 位设置为 1 时，内部逻辑会打开相应的低侧输出通道 N-FET。将 CHx_N_State 设置为 0 会关闭相应的 OUTx。这些位链接到 CHx 切换开关。 R/W：R/W (读取/写入) 位决定 CHx_N_State 位是否传播到输出。设置 R/W = 1 以执行写入操作。将 R/W 设置为 0 可在当前输出状态不变的情况下读取现有通道状态和故障信息。输出发生故障时会被关闭，且该状态返回 0。 奇偶校验位 P[2:0]：P[2:0] 是一组 3 个奇偶校验位，用于检查接收到的数据字的正确性。如果奇偶校验失败，则不会更新输出状态。奇偶校验位的计算方法如下，其中 $\oplus$ 是 XOR： - P[2]：B7 $\oplus$ B6 $\oplus$ B5 - P[1]：B6 $\oplus$ B5 $\oplus$ B4 - P[0]：B5 $\oplus$ B4 $\oplus$ B3 SDI：该位启用 SPI 错误检测。有关详细信息，请参阅数据表。

4 硬件设计文件

每个 EVM 的原理图、物料清单 (BOM)、PCB 布局和 3D 模型 STEP 文件可在各自产品文件夹页面的 *设计文件* 部分下载。

- <https://www.ti.com/tool/DRV81545EVM#design-files>
- <https://www.ti.com/tool/DRV81646EVM#design-files>
- <https://www.ti.com/tool/DRV81646DGQEVMS#design-files>

4.1 原理图

图 4-1 展示了 DRV81646EVM 的原理图。其他型号可能在标记为“不焊接 (DNP)”的元件方面存在细微差异。请从 *Design Files* 部分下面的任意 EVM 工具文件夹下载 *硬件设计文件*，查看另一个型号的原理图。适用于 DRV81545EVM 的 [DRV81545EVM Hardware Files.zip](#)、适用于 DRV81646EVM 的 [DRV81646EVM Hardware Files.zip](#)，以及适用于 DRV81646DGQEVM 的 [DRV81646DGQEVM Hardware Files.zip](#)。

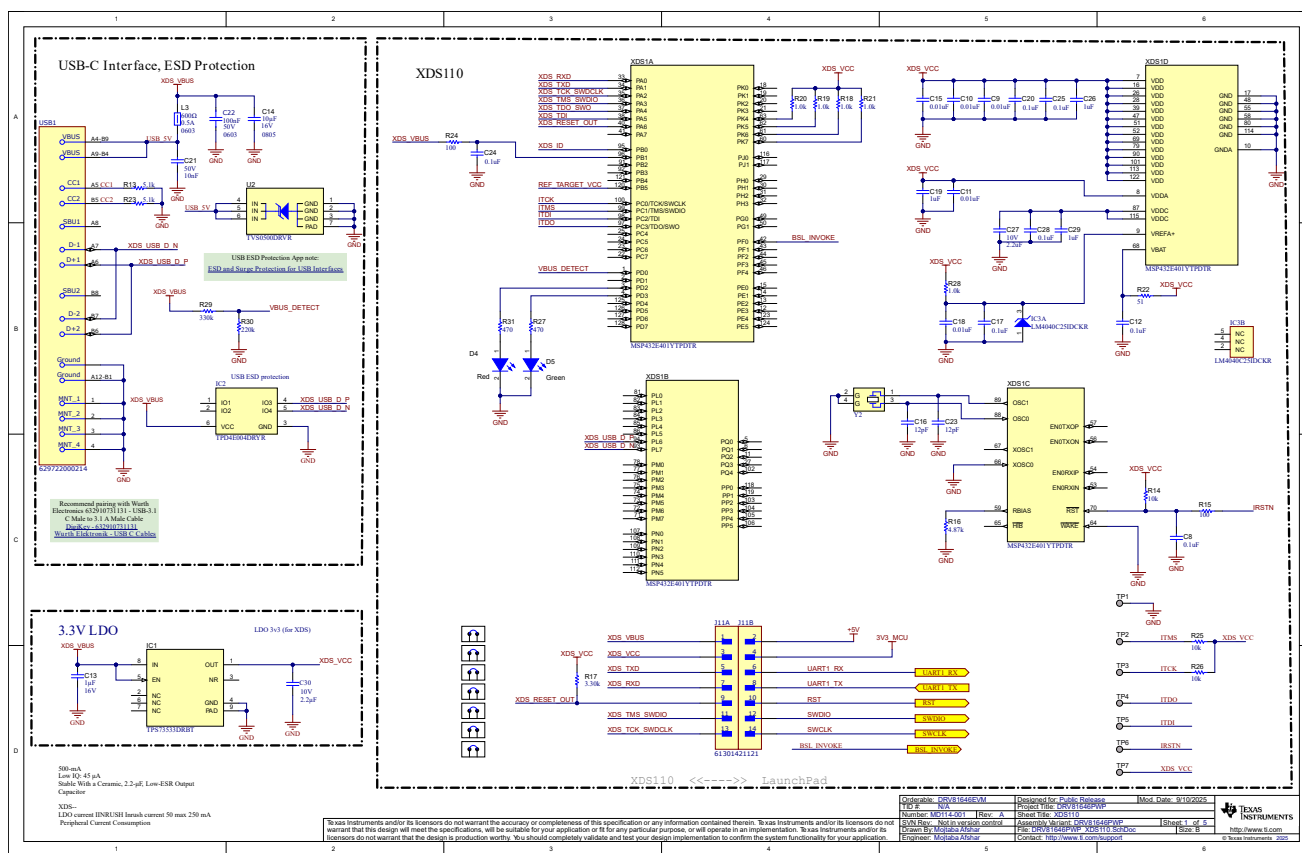


图 4-1. XDS110 和 USB



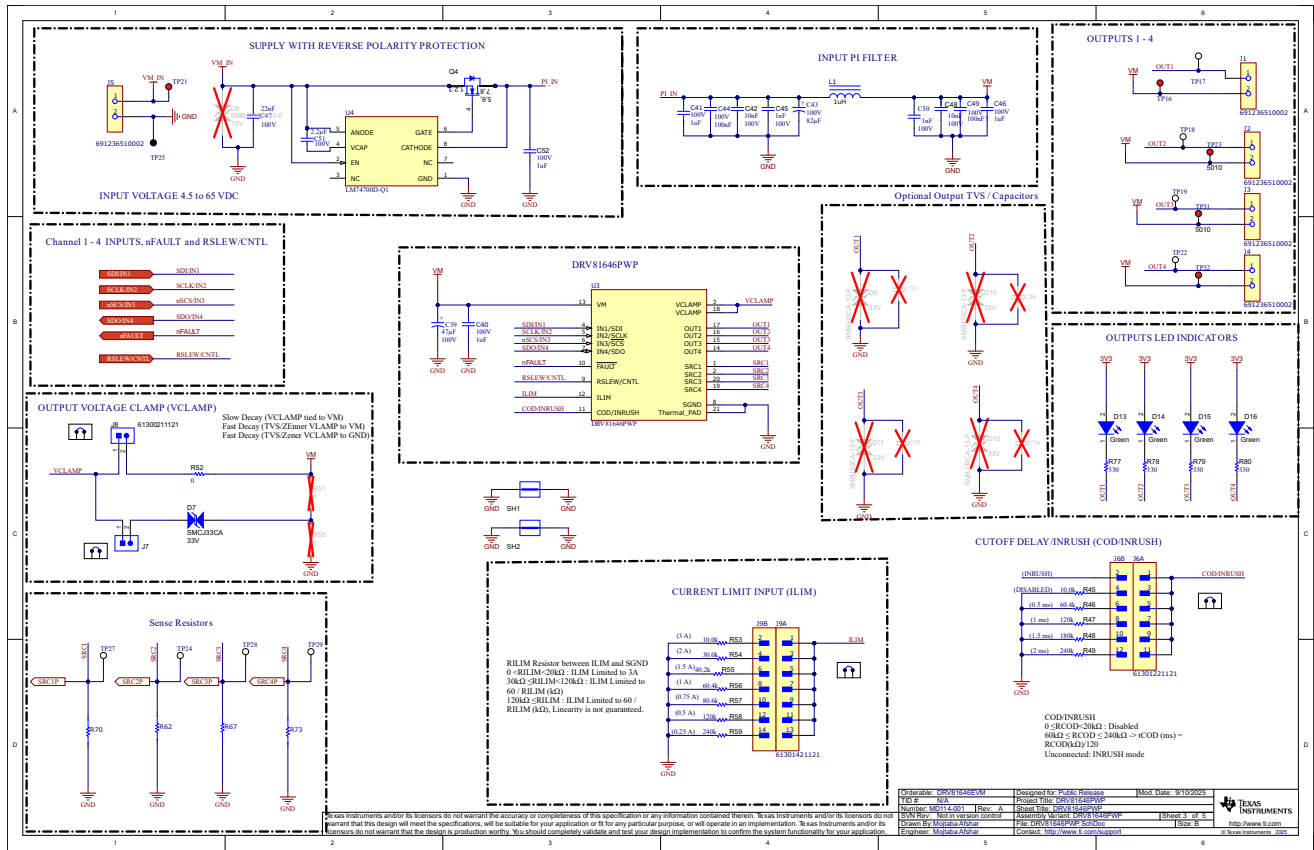
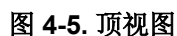


图 4-3. DRV81646 驱动程序



图 4-5 至图 4-8 显示了 EVM 的各 PCB 层。可以在上述给定 EVM 的硬件设计文件中下载 Altium 源文件。



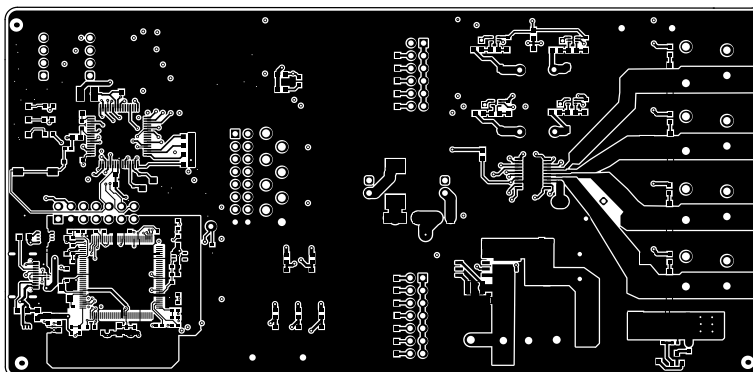


图 4-6. 顶层

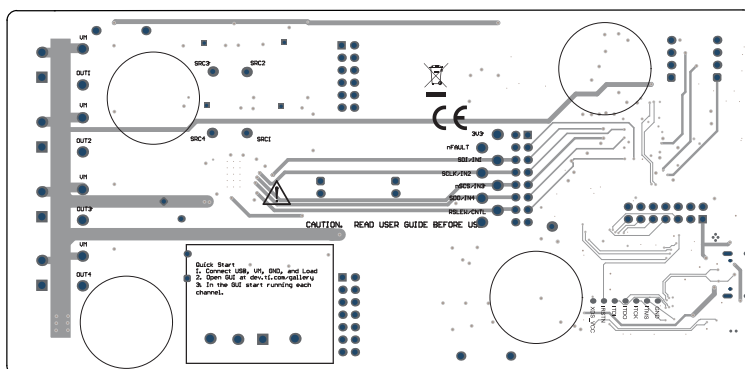


图 4-7. 底视图

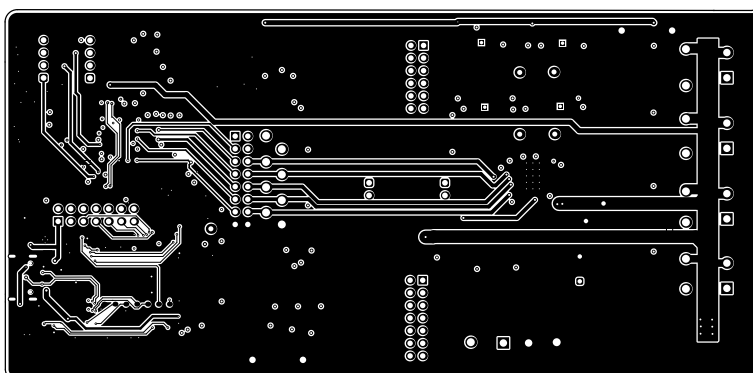


图 4-8. 底层

4.3 物料清单 (BOM)

提供了 DRV81646EVM 的部件清单。其他 EVM 具有类似的 BOM，可以在上述 *硬件设计文件* 中获取。

表 4-1. 物料清单 (DRV81646EVM)

位号	数量	值	说明	封装参考	器件型号	制造商
!PCB1	1		印刷电路板		MD114-001	不限
C1	1	1 μ F	1 μ F $\pm$ 10% 50 V 陶瓷电容器 X7R 0603 (公制 1608)	0603	8.85012E+11	Wurth Electronics
C2	1	10nF	10000pF $\pm$ 10% 25V 陶瓷电容器 X7R 0603 (公制 1608)	0603	8.85012E+11	Wurth Electronics
C3	1	470nF	WCAP-CSGP 多层陶瓷贴片电容器，通用，尺寸 0603，X7R II 类，470nF，25VDC	0603	885012206075R	Wurth Elektronik
C4	1	0.1 μ F	电容，陶瓷，0.1 μ F，50V，+/-10%，X7R，0603	0603	8.85012E+11	Wurth Elektronik
C5	1	10 μ F	电容，陶瓷，10 μ F，25V，+/- 10%，X5R，0603	0603	GRM188R61E106KA73D	MuRata
C6、C7	2	22pF	22 pF $\pm$ 5% 50V 陶瓷电容器 C0G，NP0 0402 (公制 1005)	0402	8.85012E+11	Wurth Electronics
C8、C12、C17、C20、C24、C25、C28	7	0.1 μ F	电容，陶瓷，0.1 μ F，6.3V，+/-10%，X7R，0402	0402	GRM155R70J104KA01D	MuRata
C9、C10、C11、C15、C18	5	0.01 μ F	电容，陶瓷，0.01 μ F，25V，+/- 10%，X7R，0402	0402	GRM155R71E103KA01D	MuRata
C13	1	1 μ F	电容，陶瓷，1 μ F，16V，+/-10%，X7R，0603	0603	8.85012E+11	Wurth Elektronik

表 4-1. 物料清单 (DRV81646EVM) (续)

位号	数量	值	说明	封装参考	器件型号	制造商
C14	1	10uF	电容, 陶瓷, 10 μ F, 16V, +/- 20%, X5R, 0805	0805	8.85012E+11	Wurth Elektronik
C16、C23	2	12pF	电容, 陶瓷, 12pF, 50V, +/-5%, C0G/ NP0, 0402	0402	GRM1555C1H120JA01D	MuRata
C19、C26、C29	3	1uF	电容, 陶瓷, 1 μ F, 25V, +/-10%, X5R, 0402	0402	C1005X5R1E105K050BC	TDK
C21	1	0.01uF	电容, 陶瓷, 0.01 μ F, 50V, +/- 10%, X7R, 0603	0603	8.85012E+11	Wurth Elektronik
C22	1	100nF	0.1 μ F $\pm$ 10% 50V 陶瓷电容器 X7R 0603 (公制 1608)	0603	8.85012E+11	Wurth
C27	1	2.2uF	电容, 陶瓷, 2.2 μ F, 10V, +/-10%, X5R, 0603	0603	C0603C225K8PACTU	Kemet
C30	1		WCAP-CSGP 多层陶瓷贴片电容器, 通用, 尺寸 0603, X7R, 2.2 μ F, 10VDC		8.85012E+11	Wurth Elektronik
C31、C33、C35、C37	4	0.1uF	电容, 陶瓷, 0.1 μ F, 16V, +/-10%, X7R, 0603	0603	8.85012E+11	Wurth Elektronik
C32、C34、C36、C38	4	0.1uF	电容器, 陶瓷, 0.1 μ F, 6.3V, +/-20%, X5R, 0402	0402	8.85012E+11	Wurth Elektronik
C39	1		WCAP-ATUL 铝电解电容器, 径向, THT, D10 x H12.5mm, 47 μ F, 100V		8.60041E+11	Wurth Elektronik
C40、C41、C46	3	1 μ F	1 μ F $\pm$ 10% 100 V 陶瓷电容器 X7R 1210 (公制 3225)	1210	8.85012E+11	Wurth Electronics

表 4-1. 物料清单 (DRV81646EVM) (续)

位号	数量	值	说明	封装参考	器件型号	制造商
C42、C48	2	0.01uF	电容, 陶瓷, 0.01μF, 100V, +/- 10%, X7R, 0603	0603	8.85012E+11	Wurth Elektronik
C43	1		WCAP-ATUL 铝电解电容器, 径向, THT, D10 x H20mm, 82μF, 100V	10mm 直径 x 20mm 高	8.60041E+11	Wurth Elektronik
C44、C49	2	100nF	0.1μF ±10% 100V 陶瓷电容器 X7R 0603 (公制 1608)	0603	8.85012E+11	Wurth Electronics
C45	1	1000pF	电容, 陶瓷, 1000pF, 100V, +/-10%, X7R, 0603	0603	06031C102KAT2A	AVX
C47	1	22nF	WCAP-CSGP 多层陶瓷贴片电容器, 通用, 尺寸 0805, X7R, 22nF, 100VDC	0805	8.85012E+11	Wurth Elektronik
C50	1	1nF	WCAP-CSGP 多层陶瓷贴片电容器, 通用, 尺寸 0603, X7R, 1nF, 100VDC	0603	8.85012E+11	Wurth Elektronik
C51	1	2.2uF	WCAP-CSST 多层陶瓷贴片电容器, 软性端子, 尺寸 1210, X7R II 类, 2.2μF, 100VDC	1210	8.85382E+11	Wurth Elektronik
C52	1	1uF	电容, 陶瓷, 1μF, 100V, +/-10%, X7S, 0805	0805	C2012X7S2A105K125AB	TDK
D1、D2、D3、D13、D14、D15、D16、D18	8	绿色	LED, 绿色, SMD	LED_0603	150060VS75000	Wurth Elektronik
D4	1	红色	LED, 红色, SMD	红色 LED, 1.6mm x 0.8mm x 0.8mm	LTST-C190KRKT	Lite-On
D5	1	绿色	LED, 绿色, SMD	1.6x0.8x0.8mm	LTST-C190GKT	Lite-On

表 4-1. 物料清单 (DRV81646EVM) (续)

位号	数量	值	说明	封装参考	器件型号	制造商
D6	1	红色	LED, 红色, SMD	LED_0603	150060RS75000	Wurth Elektronik
D7	1	33V	二极管, TVS, 双向, 33V, SMC	SMC	SMCJ33CA	Bourns
D17	1		齐纳二极管 4.7V 550MW SOD323F		BZX84J-B4V7,115	
FID1、FID2、FID3	3		基准标记。没有需要购买或安装的元件。	不适用	不适用	不适用
IC1	1		500mA、可调节、低静态电流、低噪声、高 PSRR、单路输出 LDO 稳压器、DRB0008A (VSON-8)	DRB0008A	TPS73533DRBT	德州仪器 (TI)
IC2	1		适用于高速数据接口的 4 通道 ESD 保护阵列, DRY0006A (USON-6)	DRY0006A	TPD4E004DRYR	德州仪器 (TI)
IC3	1		精密低功耗并联电压基准、0.5% 精度、2.5V、15ppm/°C、15mA、-40°C 至 85°C、5 引脚 SC70 (DCK)、绿色环保 (RoHS, 无镉/溴)	DCK0005A	LM4040C25IDCKR	德州仪器 (TI)
J1、J2、J3、J4、J5	5		2 位, 线至板, 端子块, 与板齐平, 0.200" (5.08mm), 穿孔	HHR2	6.91237E+11	Wurth Electronics
J6	1		THT 垂直引脚接头 WR-PHD, 间距 2.54mm, 双排, 12 引脚	HDR12	61301221121	Wurth Electronics
J7、J8	2		接头, 2.54mm, 2x1, 金, TH	接头, 2.54mm, 2x1, TH	61300211121	Wurth Elektronik
J9、J11	2		连接器接头穿孔 14 位 0.100" (2.54mm)	HDR14	61301421121	Wurth Electronics

表 4-1. 物料清单 (DRV81646EVM) (续)

位号	数量	值	说明	封装参考	器件型号	制造商
J10	1		连接器接头穿孔 16 位 0.100" (2.54mm)	HDR16	61301621121	Würth
L1	1	1uH	电感器, 屏蔽鼓芯, 铁氧 体, 1uH, 24A, 0.0012 Ω , SMD	12.1x9.5x11.4mm	7443320100	Würth Elektronik
L3	1	600 Ω	铁氧体磁珠, 600 Ω (100MHz 时), 0.5A, 0603	0603	742863160	Würth Elektronik
MP1、MP2、MP3、MP4	4		圆柱形缓冲器, 圆顶直径 0.720" (18.30mm), 黑色 聚氨酯材质	BUMPER_CYLI	RBS-37BK	Essentra Components
Q2	1		通用晶体管, NPN 硅, 3 引脚 SOT-23, 无铅, 卷 带包装	SOT-23-3-318-08	BC846BLT1G	On Semiconductor
Q4	1	80V	MOSFET, N 沟道, 80V, 100A, DNK0008A (VSON-CLIP-8)	DNK0008A	CSD19502Q5B	德州仪器 (TI)
R1、R2、R3、R34、 R77、R78、R79、R80	8	330	电阻, 330, 5%, 0.1W, 0603	0603	RC0603JR-07330RL	Yageo
R4	1	20k	电阻, 20k, 5%, 0.5W, 1210	1210	RC1210JR-0720KL	Yageo
R5	1	1.0k	电阻, 1.0k, 5%, 0.1W, 0603	0603	RC0603JR-071KL	Yageo
R6、R7	2	0	电阻, 0, 5%, 0.1W, 0603	0603	RC0603JR-070RL	Yageo
R8、R32	2	47k	电阻, 47k, 5%, 0.063W, AEC-Q200 0 级, 0402	0402	CRCW040247K0JNED	Vishay-Dale
R9	1	100k	电阻, 100k, 5%, 0.1W, AEC-Q200 0 级, 0603	0603	ERJ-3GEYJ104V	Panasonic

表 4-1. 物料清单 (DRV81646EVM) (续)

位号	数量	值	说明	封装参考	器件型号	制造商
R10	1	249k	电阻, 249k, 1%, 0.1W, 0603	0603	RC0603FR-07249KL	Yageo
R11	1	44.2k	电阻, 44.2k, 1%, 0.1W, 0603	0603	RC0603FR-0744K2L	Yageo
R12	1	14.0k	电阻, 14.0k, 1%, 0.1W, 0603	0603	RC0603FR-0714KL	Yageo
R13、R23	2	5.1k	电阻, 5.1k, 5%, 0.1W, 0603	0603	RC0603JR-075K1L	Yageo
R14、R25、R26	3	10k	电阻, 10k, 5%, 0.063W, AEC-Q200 0 级, 0402	0402	CRCW040210K0JNED	Vishay-Dale
R15、R24	2	100	电阻, 100, 5%, 0.063W, AEC-Q200 0 级, 0402	0402	CRCW0402100RJNED	Vishay-Dale
R16	1	4.87k	电阻, 4.87k, 1%, 0.063W, AEC-Q200 0 级, 0402	0402	CRCW04024K87FKED	Vishay-Dale
R17	1	3.30k	电阻, 3.30k, 1%, 0.1W, AEC-Q200 0 级, 0402	0402	ERJ-2RKF3301X	Panasonic
R18、R19、R20、R21、 R28	5	1.0k	电阻, 1.0k, 5%, 0.063W, AEC-Q200 0 级, 0402	0402	CRCW04021K00JNED	Vishay-Dale
R22	1	51	电阻, 51, 5%, 0.063W, AEC-Q200 0 级, 0402	0402	CRCW040251R0JNED	Vishay-Dale
R27、R31	2	470	电阻, 470, 5%, 0.063W, AEC-Q200 0 级, 0402	0402	CRCW0402470RJNED	Vishay-Dale
R29	1	330k	电阻, 330k, 1%, 0.0625W, 0402	0402	RC0402FR-07330KL	Yageo America

表 4-1. 物料清单 (DRV81646EVM) (续)

位号	数量	值	说明	封装参考	器件型号	制造商
R30	1	220k	电阻, 220k, 1%, 0.0625W, 0402	0402	RC0402FR-07220KL	Yageo America
R33	1	4.99k Ω	电阻, 4.99k, 1%, 0.1W, 0603	0603	RC0603FR-074K99L	Yageo
R35、R38、R40、R42、 R44	5	10k	电阻, 10k, 5%, 0.1W, 0603	0603	RC0603JR-0710KL	Yageo
R45、R53、R74	3	10.0k	电阻, 10.0k, 1%, 0.1W, 0603	0603	RC0603FR-0710KL	Yageo
R46、R56	2	60.4k	电阻, 60.4k Ω , 1%, 0.1W, 0603	0603	RC0603FR-0760K4L	Yageo
R47、R58	2	120k	电阻, 120k, 1%, 0.1W, 0603	0603	RC0603FR-07120KL	Yageo
R48	1	180k	电阻, 180k Ω , 1%, 0.1W, 0603	0603	RC0603FR-07180KL	Yageo
R49、R59	2	240k	电阻, 240k, 1%, 0.1W, 0603	0603	RC0603FR-07240KL	Yageo
R52	1	0	电阻器, 0, 0.75W, AEC-Q200 0 级, 1206	1206	CRCW12060000Z0EAHP	Vishay-Dale
R54	1	30.0k	电阻, 30.0k, 1%, 0.1W, 0603	0603	RC0603FR-0730KL	Yageo
R55	1	40.2k	电阻, 40.2k, 1%, 0.1W, 0603	0603	RC0603FR-0740K2L	Yageo
R57	1	80.6k	电阻, 80.6k, 1%, 0.1W, 0603	0603	RC0603FR-0780K6L	Yageo
R60、R61、R65、R66、 R68、R69、R71、R72	8	0	电阻, 0, 5%, 0.1W, AEC-Q200 0 级, 0603	0603	ERJ-3GEY0R00V	Panasonic
R62、R67、R70、R73	4	10m	10 m Ω , $\pm 1\%$ 0.5W, 1/2W 片上电阻 0805 (公 制 2012), 电流检测薄膜	0805	5.80061E+11	Würth Electronics
R63、R64	2	200	电阻, 200, 1%, 0.1W, 0603	0603	RC0603FR-07200RL	Yageo

表 4-1. 物料清单 (DRV81646EVM) (续)

位号	数量	值	说明	封装参考	器件型号	制造商
R81	1	47k	47 k Ω $\pm$ 1% 0.125W , 1/8W 片上电阻 0402 (公 制 1005) , 汽车类 AEC- Q200 厚膜	0402	RCC040247K0FKED	Vishay Dale
R82	1	470	电阻, 470, 1%, 0.1W , 0603	0603	RC0603FR-07470RL	Yageo
S1	1		触控开关 SPST-NO 顶部 驱动表面贴装	SMT_SW_6MM2_6MM2	4.30481E+11	Würth Electronics
SH1、SH2	2		1mm 非绝缘短路插头, 10.16mm 间距, TH	短路插头, 10.16mm 间 距, TH	D3082-05	Harwin
SH-J1、SH-J2、SH-J3、 SH-J4、SH-J5、SH-J6、 SH-J7、SH-J8、SH-J9、 SH-J10、SH-J11、SH- J12、SH-J14、SH-J15、 SH-J16、SH-J17、SH- J18、SH-J19、SH-J20	19		分流器, 2.54mm, 金, 黑色	分流器, 2.54mm, 黑色	60900213421	Würth Elektronik
TP8、TP24、TP27、 TP28、TP29	5		测试点, 微型, 白色, TH	白色微型测试点	5002	Keystone Electronics
TP9、TP11、TP12、 TP13、TP14、TP15、 TP17、TP18、TP19、 TP22	10		测试点, 通用, 白色, TH	白色通用测试点	5012	Keystone Electronics
TP10	1		测试点, 通用, 橙色, TH	橙色通用测试点	5013	Keystone
TP16、TP21、TP23、 TP31、TP32	5		测试点, 通用, 红色, TH	红色通用测试点	5010	Keystone Electronics
TP25、TP33	2		测试点, 通用, 黑色, TH	黑色通用测试点	5011	KeyStone Electronics , Keystone
U1	1		具有 CAN-FD 接口 LQFP64 的混合信号微控 制器	LQFP64	MSPM0G3507SPM	德州仪器 (TI)

表 4-1. 物料清单 (DRV81646EVM) (续)

位号	数量	值	说明	封装参考	器件型号	制造商
U2	1		5V 精密浪涌保护钳位器， DRV0006A (WSON-6)	DRV0006A	TVS0500DRVR	德州仪器 (TI)
U3	1		DRV81646PWP	HTSSOP20	DRV81646PWP	德州仪器 (TI)
U4	1		LM74700D-Q1	SOIC8	LM74700D-Q1	德州仪器 (TI)
U5、U6、U7、U8	4		DRL0006A (SOT-5X3-6) 双向高精度低侧和高侧电 压输出电流检测放大器	DRL0006A	INA185A2IDRLR	德州仪器 (TI)
USB1	1		连接器 USB 2.0 Type C 水平 SMT	CONN_USB	6.29722E+11	Würth Electronics
XDS1	1		MSP432E401YTPDT、 PDT0128A (TQFP-128)	PDT0128A	MSP432E401YTPDTR	德州仪器 (TI)
Y2	1		晶振，16MHz，8pF， SMD	3.2mm x 0.75mm x 2.5mm	NX3225GA-16.000M- STD-CRG-1	NDK
C53、C54、C55、C56	0		WCAP-CSGP 多层陶瓷贴 片电容器，通用，尺寸 0805，X7R，22nF， 100VDC			Würth Elektronik
D8	0	70V	二极管，TVS，双向， 70V，SMB	SMB	SMBJ70CA-13-F	Diodes Inc.
D9、D10、D11、D12	0	33V	二极管，TVS，双向， 33V，SMB	SMB	SMBJ33CA-13-F	Diodes Inc.
J12、J13	0		接头，2.54mm，4x1， 金，TH	接头，2.54mm，4x1，TH	61300411121	Würth Elektronik
R36、R37、R39、R41、 R43	0	10k	电阻，10k，5%，0.1W， 0603	0603	RC0603JR-0710KL	Yageo
R50、R51	0	0	电阻器，0，0.75W， AEC-Q200 0 级，1206	1206	CRCW12060000Z0EAHP	Vishay-Dale
Y1	0		晶振 40MHz ±10ppm (Tol) ±20ppm (稳定性) 12pF FUND 40 Ω 4 引脚 Mini- CSMD T/R	TSX-3225	X1E0000210179	Seiko Epson

5 其他信息

5.1 商标

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

所有商标均为其各自所有者的财产。

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