

摘要

此用户指南概要介绍了 DLP® LightCrafter™ Display 230NP 评估模块 (EVM) 并对其主要特性和功能进行了一般描述。它介绍了开始使用的初始步骤，并详细说明了板载 LED、连接器和整个 EVM 组件。

该 EVM 自身可用于显示 DLP LightCrafter Display 测试图像，也可与包括 Raspberry PI 4B 在内的低端处理器结合使用。

本指南向用户详细介绍了如何成功地将 EVM 连接到 Raspberry PI 4B 并将 Raspberry PI 内容投射到墙上。

内容

1 DLP® LightCrafter™ Display 230NP EVM 概述	2
2 安全说明	3
3 适用的文档	3
4 DLP® LightCrafter™ Display 230NP EVM 中包含哪些内容？	4
5 光源引擎	5
6 快速入门流程	6
7 系统主板上的连接器	8
8 EVM 设置	9
9 Raspberry Pi 指南	10
9.1 Raspberry Pi 通用配置.....	10
9.2 视频时序配置.....	13
9.3 Python 支持软件.....	14
9.4 操作模式.....	15
9.5 示例应用.....	17
10 疑难解答	21
11 支持资源	21
12 修订历史记录	21

插图清单

图 1-1. DLP® LightCrafter™ Display 230NP EVM.....	2
图 4-1. DLP® LightCrafter™ Display EVM 方框图.....	4
图 5-1. 光学引擎.....	5
图 6-1. DLPDLR230NPEVM 已连接 Raspberry PI.....	6
图 6-2. DLPDLR230NPEVM LED 指示.....	7
图 6-3. 具有焦点调节功能的光学引擎.....	7
图 8-1. DLP® LightCrafter™ 230NP EVM 格式器板.....	9
图 8-2. DLPDLR230NPEVM 光学引擎连接.....	9
图 8-3. DLP® LightCrafter™ Display 230NPEVM.....	10
图 9-1. DLPDLR230NPEVM 闪存写入程序.....	20

表格清单

表 5-1. 光学引擎规格.....	5
表 6-1. DLP® LightCrafter™ Display 230NP EVM 上的 LED.....	8
表 7-1. 格式器板上已安装的连接器.....	8
表 9-1. DLPDLR230NPEVM 的 Raspberry Pi 视频时序设置 (使用提供的带状电缆).....	13
表 9-2. Raspberry Pi GPIO 配置.....	15

商标

LightCrafter™ and TI E2E™ are trademarks of Texas Instruments.

DLP® is a registered trademark of Texas Instruments.

Microsoft® and Windows® are registered trademarks of Microsoft Corporation.

所有商标均为其各自所有者的财产。

1 DLP® LightCrafter™ Display 230NP EVM 概述

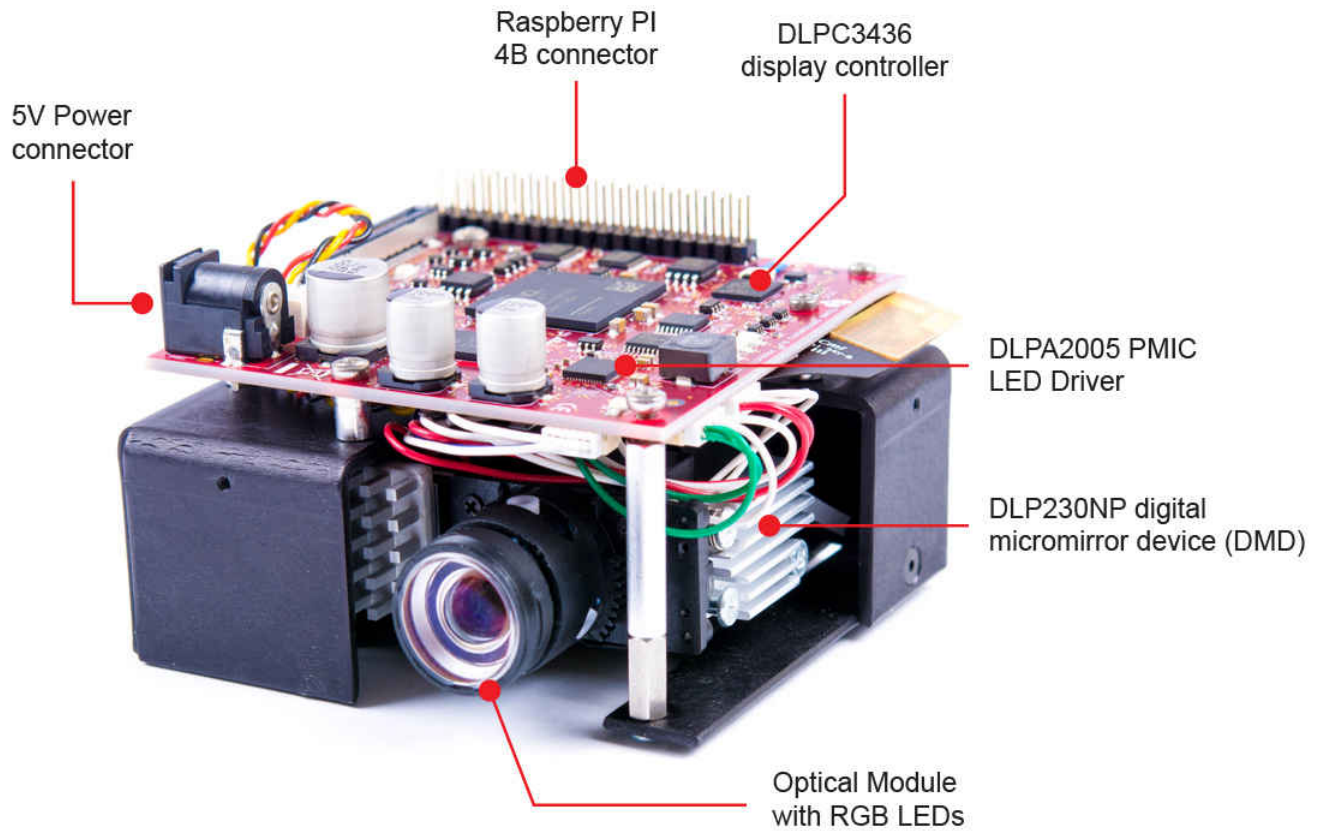


图 1-1. DLP® LightCrafter™ Display 230NP EVM

除了本文档，请使用节 3 中显示的文档。

2 安全说明

CAUTION



注意表面高温。接触可导致烫伤。请勿触摸。

WARNING



本产品可能发出有害的光辐射。请勿直视正在运行的灯。可能会伤害眼睛。

WARNING



请遵守操作注意事项。静电敏感设备。

WARNING

始终确保在操作过程中两个风扇均在运转以防止过热，并确保实现可靠的操作。

3 适用的文档

以下文档适用于 DLP LightCrafter Display 230NP EVM，可从 TI.com (www.ti.com) 获得这些文档。

- [DLP230NP \(0.23 1080p\) 数字微镜器件 \(DMD\) 数据表](#)
- [DLPA2005 电源管理和 LED/灯驱动器 IC 数据表](#)
- [DLPC3436 显示控制器数据表](#)
- [DLPC3436 软件编程人员指南](#)

如需更多帮助，请参阅 [DLP 产品和 MEMS TI E2E™ 社区支持论坛](#)。

4 DLP® LightCrafter™ Display 230NP EVM 中包含哪些内容？

DLP LightCrafter Display 模块由 2 个子系统组成：

- 光源引擎 - 包括光学元件，红色、绿色和蓝色 LED，以及一个可在屏幕上显示 1920 × 1080 像素的 960 × 540 DMD。
- 驱动器板 - 包括 DLP 芯片组，此芯片组由 DLPC3436 控制器和 DLPA2005 PMIC/LED 驱动器构成。
- DLP Light Crafter Display 230NP EVM 专为 35°C 的最高环境温度而设计。

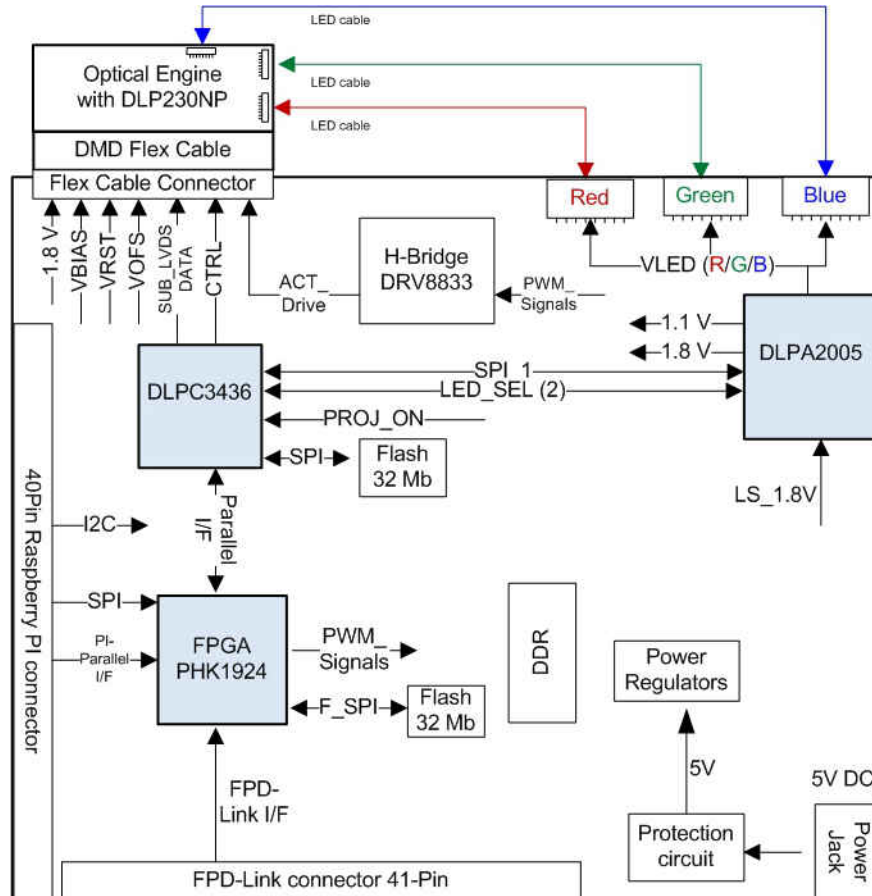


图 4-1. DLP® LightCrafter™ Display EVM 方框图

5 光源引擎

EVM 中的光学引擎由 Young Optics 开发，可立即用于生产。光源引擎包含以下组件：

- DLP230NP (0.23 英寸 1080p DMD)
- OSRAM 红色 (KR CSLNM1.23_EN)、绿色 (KP CSLNM1.F1_EN) 和蓝色 (KB CSLNM1.14_EN) LED
- 此光学引擎使用 DMD 引脚映射选项 1 与该 EVM 相连。有关 DMD 接口的更多信息，请参阅 [DLPC3436](#) 数据表。

有关此光学引擎中使用的 LED (KR CSLNM1.23_EN、KP CSLNM1.F1_EN 和 KB CSLNM1.14_EN) 的更多信息，请使用提供的邮件列表联系 OSRAM：dlp-pico-osram@list.ti.com。

表 5-1. 光学引擎规格

参数	最小值	典型值	最大值	单位
红色 2A、绿色 2A、蓝色 2A LED 电流下的亮度 ($W_x = 0.29$, $W_y = 0.33$)		100		Lm
红色/绿色/蓝色 LED 电流		2		A)
亮度均匀性 (JBMA 规范)	85%			
投射比 (在 70 英寸屏幕上)		1.2		
偏移		100%		
焦点范围 (70 英寸时效果最好)	30		120	英寸
图像对角线尺寸	30		120	英寸

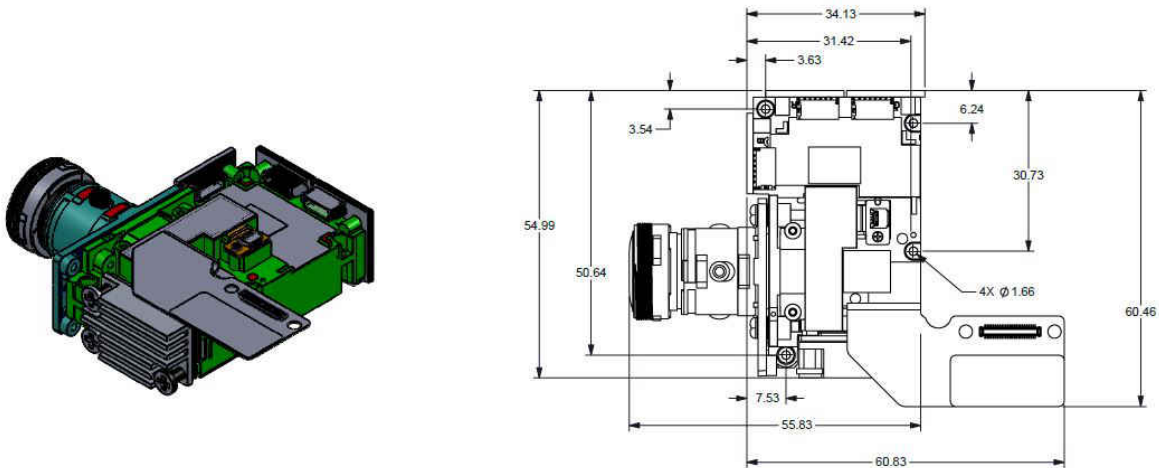


图 5-1. 光学引擎

6 快速入门流程

本快速入门假设存在出厂时的默认 EVM 条件。

1. 如果拥有 Raspberry Pi，则继续将 DLPDLCR230NPEVM 连接到 Raspberry Pi。确保已按照节 9 中所述设置了 Raspberry Pi。如果目前不需要 Raspberry Pi，则转至步骤 2。

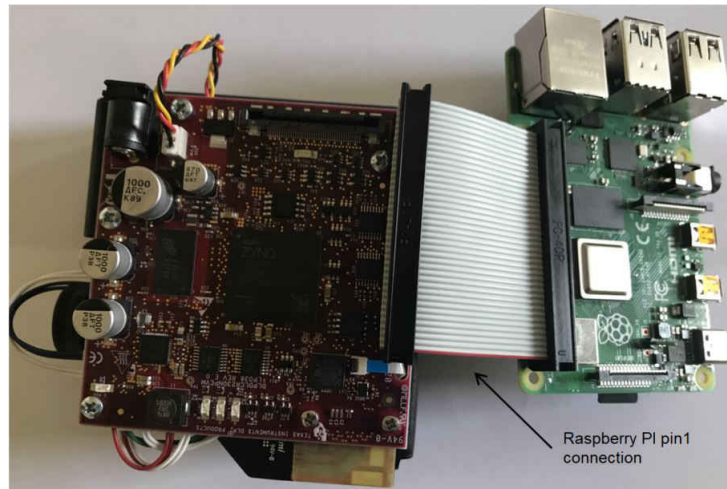


图 6-1. DLPDLCR230NPEVM 已连接 Raspberry Pi

2. 向 JPWR1 连接器施加外部直流电源（5V 直流），以便为 DLP LightCrafter Display 230NP EVM 加电。D_P5V LED 将会指示已为该系统施加 5V 直流电源。

TI 为此 EVM 使用了以下电源：ME30A0503F01。

外部电源要求：

- 标称输出电压：5VDC
- 最小输出电流：4A
- 效率等级：VI
- 输出连接器：桶形插头，2.5mm 内径× 5.5mm 外径× 9.5mm

注意：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。

3. 在施加 5V 直流电源并插接风扇后，该系统会自动将 Proj-ON 拉高。如果未插接风扇或连接存在松动，则 Proj-ON 不会被拉高。DLPDLCR230NPEVM 内置输入电压监测器，如果输入电压在工作期间因为任何原因而降至约 4.65V 以下，该监测器会拉低 Proj-ON。
4. 打开 DLP LightCrafter Display 230NP EVM 之后，投影仪会默认显示 DLP 标识，后跟一个 LightCrafter Display 测试图案图像。D_HOST_IRQ 将熄灭，指示 DLPC3436 启动成功。D_DONE 和 D_INIT_B 将点亮，以指示 FPGA 启动成功。

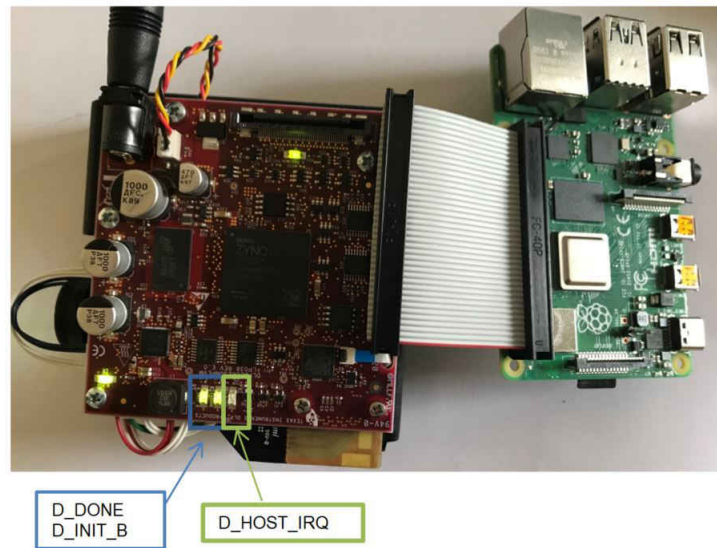


图 6-2. DLPDLCR230NPEM LED 指示

- 可以在光学引擎上手动调节图像的焦点。

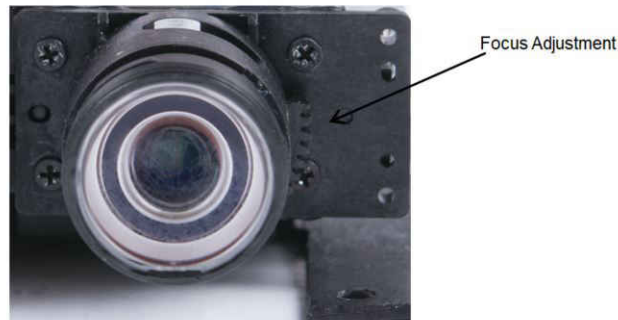


图 6-3. 具有焦点调节功能的光学引擎

- 在通过 USB Type C 电缆为 Raspberry PI 供电之前，确保已按照节 9 中所述正确配置 Raspberry。
- 在连接 Raspberry PI 的情况下断电：
 - 通过 Raspberry PI GPIO 25 驱动 PROJ_ON LOW (请参阅节 9)
 - 关断 Raspberry PI (请参阅节 9)
 - 拔下 USB Type C 电缆来断开 Raspberry PI 的电源
 - 断开 DLPDLCR230NPEVM 的电源适配器
- 在未连接 Raspberry PI 的情况下断电：
只需拔下电源线即可关闭投影仪。EVM 上的电压监测器将检测到输入电压降至大约 4.65V 以下并自动将 Proj-ON 拉低。

DLP LightCrafter Display 230NP EVM 上有五个 LED 指示灯，表 6-1 中定义了这些指示灯：

表 6-1. DLP® LightCrafter™ Display 230NP EVM 上的 LED

LED 参考	信号指示	说明
D_HOST_IRQ	HOST_IRQ	在 DLPC3436 启动期间点亮，并在投影仪运行时熄灭。指示 DLPC3436 启动已完成并准备好接收命令
D_PROJ_ON	PROJ_ON	PROJ_ON 信号为高电平
D_INIT_B	INT_B	当 FPGA 初始化完成时点亮。熄灭表示 FPGA 处于复位状态或发生配置错误。
D_DONE	DONE	当 FPGA 配置完成时亮起。
D_P5V	P5V	已施加 5V 输入电压

7 系统主板上的连接器

表 7-1. 格式器板上已安装的连接器

已安装的连接器和接头	说明
JPWR1	用于 5V 外部电源接口的连接器
J1	用于光学引擎柔性电缆的连接器。
J2	用于 Raspberry PI 电缆的连接器 (40 引脚)
J3	用于 FPD Link 接口的连接器 (41 引脚，默认未安装)
J4	用于 5V 散热风扇的连接器
J500	用于 DMD 接口柔性电缆的连接器
J501	用于绿色 LED 电缆的连接器
J502	用于红色 LED 电缆的连接器
J503	用于蓝色 LED 电缆的连接器

8 EVM 设置

DLP LightCrafter Display 230NP EVM 由两个主要部分组成：

- DLPDLCR230NPEVM 格式器板
- 带 LED 接头、柔性电缆和机械设置的引擎

系统主板包含用于电源的连接器、用于风扇的连接器，以及 Raspberry PI 带式电缆连接器。它还包含保护电路，用于在电路板未连接风扇时阻止 DLP 芯片组上电。这也适用于连接松开或风扇线缆断开的情况。图 8-1 显示了 DLPDLCR230NPEVM 系统主板及主要连接：

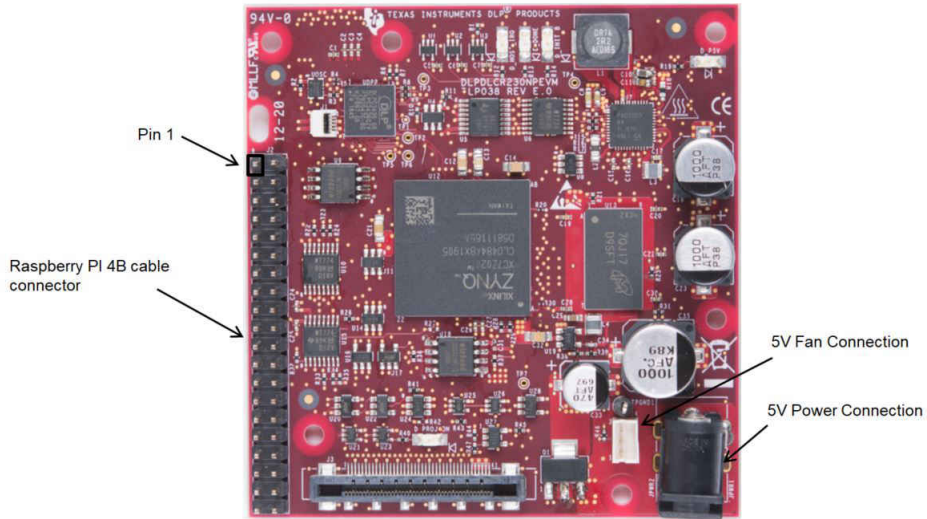


图 8-1. DLP® LightCrafter™ 230NP EVM 格式器板

光源引擎包含 LED 连接器和柔性电缆，用于通过 J500 连接到底部上的系统主板。图 8-2 显示了光学引擎连接。

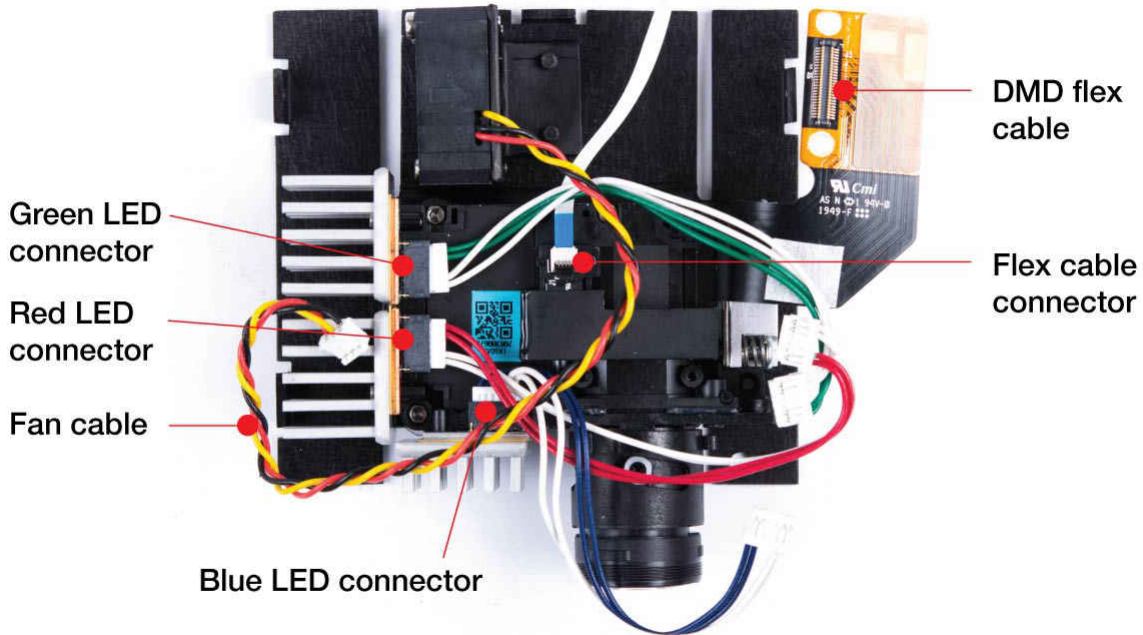


图 8-2. DLPDLCR230NPEVM 光学引擎连接

DLPDLR230NPEVM 格式器板安装在机械底座顶部。必须始终连接风扇电缆，以确保风扇线缆正确连接到 PCB。图 8-3 显示了安装在机械组件上并已连接所有电缆的系统主板。

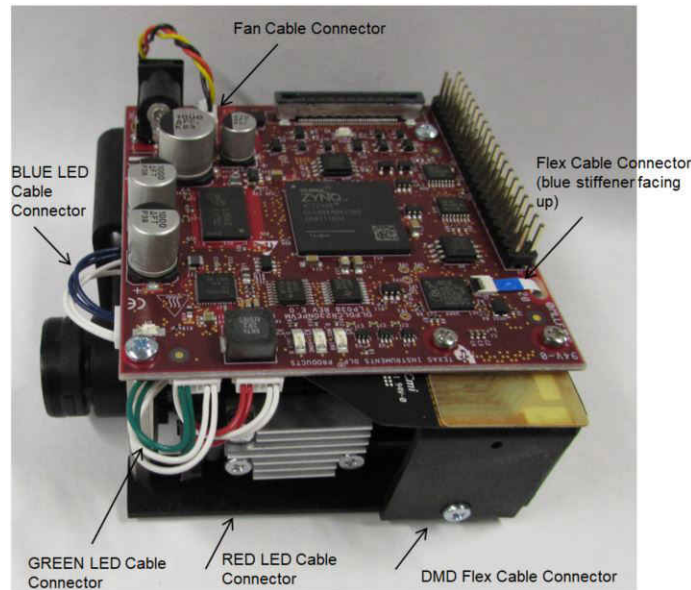


图 8-3. DLP® LightCrafter™ Display 230NPEVM

确保柔性电缆、风扇和 LED 电缆牢固地连接到 DLP LightCrafter Display 230NPEVM 系统主板，然后再打开该板。

9 Raspberry Pi 指南

本节提供了有关使用 Raspberry Pi 启动 DLPDLR230NPEVM 的说明，内容仅涉及安装和与系统通信方面的基础知识。文中具体介绍了有关 Raspberry Pi 的 SD 卡设置的基础知识，以及适用于 EVM 的 Python API 库的使用。此外，还讨论了 Python 库中每个示例脚本的功能和实用程序。

9.1 Raspberry Pi 通用配置

开始之前，请确保以下所有硬件材料均可用：

- DLPDLR230NPEVM (1 个)
- DLPDLR230NPEVM 带状电缆 (1 根，系统随附)
- Raspberry Pi 4B (或兼容型号)
- microSD 卡 (16GB 或与 Raspberry Pi 4B 兼容的任何大小)
- microSD 卡适配器 (用于 PC)
- 带有 SD 卡插槽的 PC (用于写入操作系统映像)

首先，应对 microSD 卡进行编程并安装 Raspbian。可从 Raspberry Pi 网站 (<https://www.raspberrypi.org/downloads/raspberry-pi-os/>) 下载映像。

有关如何安装操作系统映像的信息，请参阅 Raspberry Pi 文档 (<https://www.raspberrypi.org/documentation/installation/installing-images/README.md>)¹

将 Raspbian 安装到 SD 卡后，可通过 SSH 登录设备 (<https://www.raspberrypi.org/documentation/remote-access/ssh/>)。TI 建议先将 Raspberry Pi 的内部软件更新为最新版本，然后再继续。

软件支持包在 TI.com (<https://www.ti.com/product/DLP230NP>) 上提供，其中包含用于配置和操作 Raspberry Pi 的多个重要组件。这些组件如下所示：

¹ raspberrypi.org 属于第三方内容 (“第三方内容”)。第三方内容不受 TI 控制，且 TI 对此类内容或对此类内容的任何更改或更新不承担责任。TI 为您提供指向第三方内容的链接和访问只是出于便利目的，并不表示 TI 认可此类内容。对第三方网站、功能和工具的使用需遵照此类网站和服务的适用使用条款和隐私惯例。您同意查看并接受关于第三方内容的适用条款。

- Python 3 API 库 (包含与 EVM 兼容的主机 I2C 命令, 以及与 Python 兼容的 I2C 驱动程序)
- Python 3 示例脚本 (在测试模式周期、LED 测试等示例应用中实现上述 API 库)
- “config.txt” 示例文件 (提供经 TI 测试的视频时序配置, 可用于 DLPDL230NPEVM)

TI 建议先配置 Raspberry Pi 使用的 “config.txt” 文件来定义视频时序, 然后再继续。该文件可以在 Raspberry Pi 终端内访问 (通过对 /boot/config.txt 的根级访问), 也可以通过关闭 Raspberry Pi、取出 SD 卡并从 PC 访问 SD 卡内容来访问。为了进行快速设置, 可使用提供的 “config.txt” 来覆盖现有配置。修改后的 “config.txt” 文件的元素如下:

- 初始化 Raspberry Pi 4B GPIO 引脚 (BCM 0-27)。这些引脚配置为在引导时用作输入, 并在执行 Python 初始化脚本后重新配置为输出。
- 初始化支持的功能叠加。支持的功能包括 18 位 DPI (RGB666)、I2C (基于软件)、SPI (写入 EVM 闪存器件)。使用 SPI 功能时必须禁用 DPI (视频输出), 因为它们共享对通用 GPIO 线路 (BCM 8-11) 的访问。
- 通过 18 位 DPI 线路 (RGB666) 配置 1920 × 1080、60Hz 视频输出。可以修改此配置, 以便在可接受的限制范围内 (如节 9.2 中定义) 调整输入分辨率和帧速率。

Raspberry Pi 配置文件 (位于 /boot/config.txt) 可以直接通过根级访问或通过 raspi-config 实用程序进行修改。由于 DLPDL230NPEVM 使用的配置设置不适合此图形用户界面提供的典型用例设置, 建议针对此系统手动编辑配置。下面的脚本中有一个来自 “config.txt” 的示例配置信息的副本。仅显示了与 DLPDL230NPEVM 相关的配置部分:

```
#####
# 初始化支持的功能叠加。
# 支持的功能包括 18 位 DPI (RGB666)、I2C ( 基于软件 )、SPI。
# 对以下部分或全部内容取消注释，可启用可选的硬件接口
#dtparam=i2c_arm=on
#dtparam=i2s=on dtparam=spi=on
# 通过 USB 为 SSH 配置 Raspberry PI
dtoverlay=dwc2
# 在 GPIO 引脚 22 和 23 上配置 I2C
dtoverlay=i2c-gpio,i2c-gpio_sda=23,i2c_gpio_scl=22,i2c_gpio_delay_us=2
#####
# 初始化 Raspberry Pi 4B GPIO 引脚 (BCM 0-27)。
# 在 GPIO 引脚 0 至 21 上配置 DPI
gpio=0=op
gpio=0=pn
gpio=1-27=ip
gpio=1-27=pn
# 启用 DPI18 叠加
enable_dpi_lcd=1
display_default_lcd=1
dpi_group=2
dpi_mode=87
#####
# 通过 18 位 DPI 线路 (RGB666) 配置 1920 x 1080、58-60Hz 视频输出。
# RGB 666 CFG 1 ( 模式 5 )
dpi_output_format=458773
# 58Hz 时序，在 GPIO 驱动强度 5 至 7 下工作
hdmi_timings=1920 0 20 10 10 1080 0 10 10 10 0 0 0 58 0 125000000 3
#####
```

可以使用 Microsoft® Windows® 或 OS X 计算机从 SD 卡访问完整的“config.txt”文件。有关配置文件 /boot/config.txt (以及其他 Raspberry Pi 配置信息) 的更多信息，请参阅 <https://www.raspberrypi.org/documentation/configuration/config-txt/>。对于初学者，建议从 TI.com 上获取软件支持包，然后复制支持包中提供的示例“config.txt”文件中的配置作为初始配置。可对该配置进行修改以支持 Raspberry Pi 的特定硬件设置。

9.2 视频时序配置

Raspberry Pi 支持对其 DPI 视频输出进行可自定义的视频时序配置，如“hdmi_timings”设置中的配置文件 (config.txt) 所示。为了通过此接口实现高质量的视频输出，TI 建议根据 Raspberry Pi 的特定系统用例以及与 Raspberry Pi 的 GPIO 组相关联的 GPIO 驱动强度来修改提供的视频时序。

Raspberry Pi 的视频时序配置记录在 Raspberry Pi 网站 (<https://www.raspberrypi.org/documentation/hardware/raspberrypi/dpi/README.md>) 上。节 9.1 中提供了输入所需视频时序所需的语法。这包括视频输出时序 (例如分辨率和帧速率) 以及输出格式设置。Raspberry Pi 上的 GPIO 驱动强度可配置为每个引脚 0 (2mA) 至 7 (16mA)。TI 建议使用可提供足够电流容量以满足所需视频时序的最小驱动强度。有关 GPIO 底座控制的更多信息，请访问 https://www.raspberrypi.org/documentation/hardware/raspberrypi/gpio/gpio_pads_control.md。

使用 DLPDLR230NPEVM 随附的 2 英寸带状电缆，可实现 1920 × 1080 分辨率 (58Hz 至 61Hz) 的视频输出。视频输出配置受最大像素时钟 (PCLK) 的限制，Raspberry Pi 4B 可通过其 GPIO 接口支持该时钟。表 9-1 列出了 TI 评估的视频时序配置 (最小和最大帧速率)：

表 9-1. DLPDLR230NPEVM 的 Raspberry Pi 视频时序设置 (使用提供的带状电缆)

	配置字段	最小帧速率时序	最大帧速率时序
输出格式设置	输出格式	5 (18 位 RGB666、CFG 1)	5 (18 位 RGB666、CFG 1)
	RGB 顺序	1 (R-G-B)	1 (R-G-B)
	输出使能模式	1	1
	HSYNC 禁用	0	0
	VSYNC 禁用	0	0
	输出使能禁用	0	0
	HSYNC 极性	0	0
	VSYNC 极性	0	0
	输出使能极性	0	0
	HSYNC 相位	1	1
	VSYNC 相位	1	1
	输出使能相位	1	1
硬件设置	GPIO 驱动强度	5	7
水平设置	有效像素	1920	1920
	同步极性	0	0
	前沿	20	20
	同步脉冲	10	10
	后沿	10	10
垂直设置	有效行数	1080	1080
	同步极性	0	0
	前沿	10	10
	同步脉冲	10	10
	后沿	10	10
	同步偏移 A	0	0
	同步偏移 B	0	0
其它设置	像素报告	0	0
	帧速率	58 Hz	61 Hz
	隔行	0	0
	像素频率	125MHz	132 MHz
	宽高比设置	3	3

9.3 Python 支持软件

Python 软件包包含一个 API，以及实现 DLPDLR230NPEVM 的基本功能的示例脚本。该软件包的目录结构如下：

- `/api/dlpc343x_xpr4.py` (包含 I2C 主机命令)
- `/api/dlpc343x_xpr4_evm.py` (包含特定于 EVM 的命令，例如 GPIO 初始化)
- `/api/ScriptAPIDoc.html` (包含有关 dlpc343x_xpr4.py API 库中提供的所有 I2C 主机命令的文档)
- `/flash_write_controller.py` (将 GPIO 切换到 SPI 模式，并写入 DLPC3436 闪存器件)
- `/flash_write_fpga.py` (将 GPIO 切换到 SPI 模式，并写入 DLPC3436 FPGA 闪存器件)
- `/i2c.py` (通过 Python 实现 I2C 的驱动程序代码)
- `/init_fpdlink_mode.py` (初始化 FPD-Link 的视频输出)
- `/init_parallel_mode.py` (通过 Raspberry Pi 的 RGB666 初始化 18 位 DPI 的视频输出)
- `/linux_i2c.py` (通过 Python 实现 I2C 的驱动程序代码)
- `/sample00_template.py` (空白脚本，为用户开发自定义例程提供基础)
- `/sample01_tpg.py` (示例脚本，循环执行适用于 DLPDLR230NPEVM 的内部测试模式)
- `/sample02_splash.py` (示例脚本，循环执行适用于 DLPDLR230NPEVM 的启动界面)
- `/sample03_display.py` (示例脚本，测试显示配置；旋转、梯形、图像翻转)
- `/sample04_looks.py` (示例脚本，循环执行“Looks” (LED 占空比配置))
- `/sample05_led.py` (示例脚本，将 RGB LED 电流值从最小值迭代为最大值)
- `/sample06_status.py` (示例脚本，读取并打印可用的状态寄存器)

要执行这些脚本，需要安装 Python 版本 3 或更高版本。设置 Raspberry Pi 上的“config.txt”文件并安装上述 Python 软件包后，即可将 Raspberry Pi 与 DLPDLR230NPEVM 连接起来。上述每个脚本都包含描述其中代码功能的文档注释。TI 建议查看这些文档注释以充分利用提供的系统功能。包含的示例脚本均可移植，而且可以自行执行或合并到更大的代码库中，前提是 API 库也存在或包含在内。只需通过在命令行上调用 Python 3 来调用脚本，并对脚本进行评估。

“flash_write_controller.py”和“flash_write_fpga.py”脚本的独特之处在于，它们在标准工作模式之外运行。在这些脚本中，将重新配置 Raspberry Pi 上的 GPIO 以在 Raspberry Pi 和 DLPDLR230NPEVM 的内部 FLASH 器件之一 (DLPC3436 控制器闪存器件或 FPGA 闪存器件) 之间建立 SPI 连接。闪存映像必须作为这些脚本的命令行参数提供，此时会设置板载 GPIO 以启用对定向闪存器件的写入。要执行此写入操作，需要使用 GPL 软件程序 `flashrom`，而该程序默认安装在 Raspberry Pi 4B 系统上。如需了解更多信息，请访问 (<https://www.flashrom.org/Flashrom>²)。

备注

执行任何会访问闪存器件存储器 (包括“Splash Screen Select”和“Look Select”) 的脚本时，必须启用持续时间至少为 0.6 秒的 I2C 命令延迟，以确保在代码执行期间不会发生写入或回读命令失败。有关 I2C 命令延迟的实现示例，请参阅 `/sample02_splash.py`。在提供的 Python 示例脚本中，此延迟已定义为“`I2c_time_delay`”。

² `flashrom` 属于第三方内容 (“第三方内容”)。第三方内容不受 TI 控制，且 TI 对此类内容或对此类内容的任何更改或更新不承担责任。TI 为您提供指向第三方内容的链接和访问只是出于便利目的，并不表示 TI 认可此类内容。对第三方网站、功能和工具的使用需遵照此类网站和服务的适用使用条款和隐私惯例。您同意查看并接受关于第三方内容的适用条款。

9.4 操作模式

表 9-2 列出了为 DLPDLCR230NPEVM 上的每种工作模式分配的 GPIO 配置。使用 “flash_write_controller.py” 脚本时，采用 “控制器闪存写入” 配置；使用 “flash_write_fpga.py” 脚本时，则采用 “FPGA 闪存写入” 配置。所有其他脚本均可以并且应该使用默认的 “DPI” 配置模式。在 GPIO 引脚应该由 Raspberry Pi 驱动的情况下，特定引脚在 “引脚模式” 列中标记为 (高电平) 或 (低电平)。

表 9-2. Raspberry Pi GPIO 配置

Broadcom 引脚编号 (BCM)	DPI 配置 (仅 RGB666)		控制器闪存写入配置		FPGA 闪存写入配置	
	引脚模式	引脚功能	引脚模式	引脚功能	引脚模式	引脚功能
0	ALT2	来获取 VOUT PCLK。	OUT	不适用	OUT	不适用
1	ALT2	DATAEN	IN	不适用	IN	不适用
2	ALT2	VSYNC	IN	不适用	IN	不适用
3	ALT2	HSYNC	IN	不适用	IN	不适用
4	ALT2	B2	IN	不适用	IN	不适用
5	ALT2	B3	IN	不适用	IN	不适用
6	ALT2	B4	IN	不适用	IN	不适用
7	ALT2	B5	IN	不适用	IN	不可用
8	ALT2	B6	OUT	SPI_CE0	OUT	SPI_CE0
9	ALT2	B7	ALT0	SPI_MISO	ALT0	SPI_MISO
10	ALT2	G2	ALT0	SPI_MOSI	ALT0	SPI_MOSI
11	ALT2	G3	ALT0	SPI_SCLK	ALT0	SPI_SCLK
12	ALT2	G4	IN	不适用	IN	不适用
13	ALT2	G5	IN	不适用	IN	不适用
14	ALT2	G6	IN	不适用	IN	不适用
15	ALT2	G7	IN	不适用	IN	不适用
16	ALT2	R2	IN	不适用	IN	不适用
17	ALT2	R3	IN	不适用	IN	不适用
18	ALT2	R4	IN	不适用	IN	不适用
19	ALT2	R5	IN	不适用	IN	不适用
20	ALT2	R6	IN	不适用	IN	不适用
21	ALT2	R7	IN	不适用	IN	不适用
22	OUT	I2C-SCL	IN	不适用	IN	不适用
23	OUT	I2C-SDA	IN	不适用	IN	不适用
24	IN	SPI_SEL_ASIC	输出 (高电平)	SPI_SEL_ASIC	IN	SPI_SEL_ASIC
25	输出 (高电平)	MODE_SEL	IN	MODE_SEL	IN	MODE_SEL
26	IN	PROJ_ON	输出 (高电平)	PROJ_ON	输出 (高电平)	PROJ_ON
27	IN	SPI_SEL_FPGA	IN	SPI_SEL_FPGA	输出 (高电平)	SPI_SEL_FPGA

下面简要总结了所使用的引脚功能：

- **PCLK**、**DATAEN**、**VSYNC**、**HSYNC** - DPI 视频控制信号。
- **R2-R7**、**G2-G7**、**B2-B7** - DPI 视频数据信号。由于视频格式限制为 **RGB666**，因此未使用位 0 和位 1。
- **I2C-SCL**、**I2C-SDA** - 基于软件的 I2C 总线，允许 Raspberry Pi 主机向 DLPDLR230NPEVM 发送命令（当前设置、测试模式、视频模式等）。
- **SPI_SEL_ASIC**、**SPI_SEL_FPGA** - 写入 FPGA 或控制器闪存器件时的高电平有效选择线路。一次只能使用一条有效线路。
- **MODE_SEL** - 高电平有效 DPI 缓冲器使能信号。输出视频信号时必须驱动为高电平。在闪存写入期间保持悬空（输入）
- **PROJ_ON** - 低电平有效系统电源信号。驱动为高电平可关闭 DLPDLR230NPEVM，无需断开电源连接。驱动为低电平或保持悬空（输入）可让系统保持通电状态。
- **SPI_CE0**、**SPI_MISO**、**SPI_MOSI**、**SPI_SCLK** - Raspberry Pi SPI 总线信号。仅用于写入 **FPGA** 和控制器闪存器件。

CAUTION

当 DPI 视频输出处于有效状态时，请勿尝试启用 SPI 功能或者驱动 **SPI_SEL_ASIC** 或 **SPI_SEL_FPGA** 使能引脚。在 DPI 视频输出处于有效状态时启用对 SPI 总线（以及相关关联的控制器/FPGA 闪存器件）的访问，可能会无意中擦除或损坏 DLPDLR230NPEVM 的内部 FLASH 存储器。

CAUTION

每次写入闪存器件时，“**SPI_SEL_ASIC**”或“**SPI_SEL_FPGA**”线路中只应有一条处于有效状态或者驱动为高电平。尝试驱动两条 SPI 选择线路可能会导致闪存写入操作期间出现硬件故障。

9.5 示例应用

9.5.1 初始化 Raspberry Pi 和 EVM 之间的通信

从未经更改的启动状态启动系统。插入 DLPDLR230NPEVM，然后通过 USB 将 Raspberry Pi 连接到笔记本电脑。片刻之后，USB 连接应该会初始化到笔记本电脑，并且可以开始通过远程 SSH 进行通信。Raspberry Pi 从其主目录开始运行。作为参考，它位于：

/home/pi/

导航到包含下载的 Python 脚本的目录。在此示例中，假定位于以下目录：

/home/pi/Documents/dlp

执行以下命令以向下导航每个目录：

\$ cd /home/pi/Documents/dlp

可以使用以下命令通过一个目录备份导航：

\$ cd ..

执行“ls -l”命令，让 Pi 打印出当前目录的内容：

\$ ls -l

要将默认的 Raspberry Pi 初始化至 EVM 连接，请通过以下命令执行初始化脚本：

\$ python3 init_parallel_mode.py

运行脚本时，对话将在终端中打印。完成此脚本后，应该可以在 EVM 的投影仪输出上看到 Raspberry Pi 桌面。

9.5.2 播放 Raspberry Pi 中的视频内容

首先，导航到 DLPDLCR230NPEVM python 脚本的基础目录并初始化并行视频模式。假设 python 脚本已加载到：

```
/home/pi/Documents/dlp
```

执行：

```
$ cd /home/pi/Documents/dlp
```

```
$ python3 init_parallel_mode.py
```

从这里可以显示来自 Raspberry Pi 的任何视频内容或图像。例如，位于：

```
/home/pi/Documents/dlp/media
```

导航至所需目录。建议使用 list 命令查看可用的内容：

```
$ ls -l
```

此文件夹默认为空。要显示视频内容，只需执行以下命令（将文件名替换为所需的视频文件）：

```
$ omxplayer <文件名>.mp4
```

默认情况下，视频将在宽屏模式下播放。要拉伸视频以全屏播放（无论分辨率如何），请改用以下命令：

```
$ omxplayer --aspect-mode stretch <文件名>.mp4
```

按 CTRL+C 退出视频播放。

9.5.3 使用 Raspberry Pi 执行示例脚本

Python API 库提供了各种可与 DLPDLCR230NPEVM 配合使用的示例脚本。假设 python 脚本已加载到：

```
/home/pi/Documents/dlp
```

执行：

```
$ cd /home/pi/Documents/dlp
```

建议使用 list 命令查看可用的脚本：

```
$ ls -l
```

要运行给定脚本，请执行以下命令：

```
$python3 sample01_tpg.py
```

或者

```
$python3 <脚本名称>
```

只有闪存下载脚本需要用户提供除脚本自身名称之外的参数（在这种情况下，必须提供正在下载的固件映像的名称）。在所有其他情况下，可以在没有任何参数的情况下执行脚本。许多脚本将循环执行各种工作模式。在一些脚本中，终端会在继续执行下一步之前保持当前状态并等待用户输入。如果出现此类提示，只需按终端键盘上的 ENTER 即可继续。

在某些情况下，用户可能想要对脚本性能或行为进行一些小的修改。要执行这些修改，可以通过执行以下命令在编辑器中打开给定的脚本：

```
$ sudo nano sample01_tpg.py
```

或者

```
$ sudo nano <脚本名称>
```

可以使用箭头键浏览文档。完成编辑后，使用“CTRL+X”命令，然后按“Y”，接着按“ENTER”保存更改并退出 nano。有关 nano 众多功能的更详尽说明，请参阅相关文档：

(<https://www.nano-editor.org/docs.php>)³

³ nano 是第三方内容（“第三方内容”）。第三方内容不受 TI 控制，且 TI 对此类内容或对此类内容的任何更改或更新不承担责任。TI 为您提供指向第三方内容的链接和访问只是出于便利目的，并不表示 TI 认可此类内容。对第三方网站、功能和工具的使用需遵照此类网站和服务的适用使用条款和隐私惯例。您同意查看并接受关于第三方内容的适用条款。

9.5.4 使用 Raspberry Pi 重写控制器或 FPGA 闪存器件

可在不关闭系统的情况下写入控制器 (或 FPGA) 的闪存器件。请注意, 即使系统已初始化为外部视频模式, 也可以执行以下操作。在采取任何措施以防止损坏 EVM 硬件之前, 本教程中提到的三个脚本都始终会将 Raspberry Pi GPIO 引脚恢复为输入。假设 python 脚本已加载到:

```
/home/pi/Documents/dlp
```

执行:

```
$ cd /home/pi/Documents/dlp
```

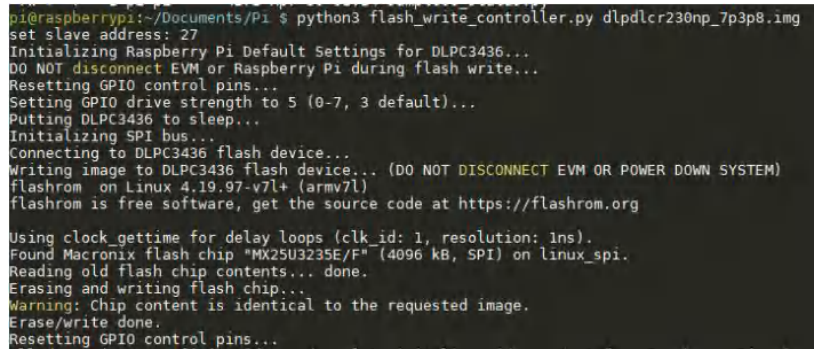
要将闪存映像上传到 EVM, 应在 Raspberry Pi 上的可访问目录中提供该映像。然后, 应该执行以下操作:

```
$ python3 flash_write_controller.py dlpdlcr230np_controller_7p3p9.img
```

或者

```
$ python3 flash_write_controller.py <闪存映像名称>
```

这会将现有映像文件 (dlpdlcr230np_controller_7p3p9.img) 写入 EVM 的控制器闪存器件。此名称可以替换为任何具有 *.img 文件类型扩展名的文件。



```
pi@raspberrypi:~/Documents/PI $ python3 flash_write_controller.py dlpdlcr230np_7p3p8.img
set slave address: 27
Initializing Raspberry Pi Default Settings for DLPC3436...
DO NOT disconnect EVM or Raspberry Pi during flash write...
Resetting GPIO control pins...
Setting GPIO drive strength to 5 (0-7, 3 default)...
Putting DLPC3436 to sleep...
Initializing SPI bus...
Connecting to DLPC3436 flash device...
Writing image to DLPC3436 flash device... (DO NOT DISCONNECT EVM OR POWER DOWN SYSTEM)
flashrom on linux 4.19.07-v7l+ (armv7l)
flashrom is free software, get the source code at https://flashrom.org

Using clock_gettime for delay loops (clk_id: 1, resolution: 1ns).
Found Macronix flash chip "MX25U3235E/F" (4096 kB, SPI) on linux_spi.
Reading old flash chip contents... done.
Erasing and writing flash chip...
Warning: Chip content is identical to the requested image.
Erase/write done.
Resetting GPIO control pins...
```

图 9-1. DLPDLCR230NPEVM 闪存写入程序

请注意, 在上述情况下, 所使用的映像与闪存器件上已存在的映像相一致 (这就是发出警告的原因)。在这种情况下, 不会发生写入。要写入 FPGA, 请改为执行以下操作:

```
$ python3 flash_write_fpga.py dlpdlcr230np_fpga_v1p1.bin
```

或者

```
$ python3 flash_write_fpga.py <FPGA 二进制文件名>
```

要执行 FPGA 闪存写入, 给定的二进制文件必须采用 *.bin 文件格式。

10 疑难解答

如果在使用 DLP LightCrafter Display 230NP EVM 时遇到任何问题，以下常见问题解答可能有助于解决问题。

- 对 DLP LightCrafter Display 230NP EVM 供电后，D_PROJ_ON LED 不亮。**
 检查 J4 上的风扇连接，并确保所有电线均与格式器板接触良好。如果风扇未运转或风扇与格式器板连接不良，PROJ_ON 信号将不会驱动为高电平。
- 启用 LED 后，系统立即关闭。**
 系统电压输入必须为 5V，确保在上电期间有足够的裕度，从而不会触发电压监视器，这将导致系统关闭。检查电源提供的电压电平，并确保其介于 5V 至 5.3V 之间。
- 外部视频模式下的视频输出有抖动或有噪声。**
 检查 Raspberry Pi 上的 GPIO 驱动强度和视频时序配置设置。如果 GPIO 驱动强度对于给定的视频时序而言太低，或者实现的像素时钟太高，就会导致 Raspberry Pi 发送的视频输出效果不佳。
- 闪存器件中意外重新写入了错误的固件映像。**
 在这种情况下，EVM 将无法引导，但可以恢复。使用默认固件映像执行“flash_write_controller.py”和“flash_write_fpga.py”脚本，以使用出厂默认设置对系统进行重新编程。
- 切换至启动界面后，系统无响应。**许多命令（包括“Splash Screen Select”和“Look Select”命令）都会导致控制器 (DLPC3436) 和闪存之间发生存储器访问。如果在该存储器访问未完成时发送 I2C 命令，可能会发生 I2C 总线挂起。执行任何会访问闪存器件存储器的脚本时，必须启用持续时间至少为 0.6 秒的 I2C 命令延迟，以确保在代码执行期间不会发生写入或回读命令失败。
- Raspberry PI 视频输出在空闲后黑屏。**Raspberry Pi 默认启用黑色屏幕保护程序。如果在与系统配合使用的特定版本中出现这种情况，建议根据需要在 Raspberry Pi 用户设置中禁用此屏幕保护程序。

11 支持资源

TI E2E™ 支持论坛是工程师的重要参考资料，可直接从专家获得快速、经过验证的解答和设计帮助。搜索现有解答或提出自己的问题可获得所需的快速设计帮助。

链接的内容由各个贡献者“按原样”提供。这些内容并不构成 TI 技术规范，并且不一定反映 TI 的观点；请参阅 TI 的《使用条款》。

12 修订历史记录

注：以前版本的页码可能与当前版本的页码不同

Changes from Revision A (October 2020) to Revision B (May 2023)	Page
• 更新了有关电源上的电流增加的部分.....	6
• 更新了有关下电上电错误的部分.....	21
Changes from Revision * (October 2020) to Revision A (March 2021)	Page
• 添加了 OSRAM 的联系信息.....	2

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