

*User's Guide***DLP5532PROJHBQ1EVM 评估模块****摘要**

DLP5532PROJHBQ1EVM 评估模块 (EVM) 是一款汽车投影仪，旨在支持高亮度透明窗口显示应用，例如广告以及车辆与车辆、车辆与行人通信。DLP5532PROJQ1EVM 提供配备光学元件和 LED 光源且投影距离可调节的高性能投影仪解决方案，可支持概念验证演示并缩短开发周期。该 EVM 包含一个完整的电子子系统，专用于控制 DLP5532-Q1 芯片组。DLP5532-Q1 芯片组由 DLP5532-Q1、DLPC230-Q1 和 TPS99000-Q1 组成。该投影仪采用紧凑型封装，可实现具有 600 流明的光通量输出和 600:1 对比度的高亮度显示。随着 LED 驱动器板的进一步发展（包括每通道更高的 LED 电流支持以及稳健的热设计），该投影引擎可以提供超过 1000 流明的亮度。该投影透镜具有 1.8 的投射比、100% 偏移和 450mm 至 1000mm 的可调焦距。

DLP5532PROJHBQ1EVM 并非生产设计。其仅用于评估目的。



图 1-1. DLP5532PROJHBQ1EVM



此设计采用了 HDMI® 技术。

内容

1 用户指南概述	3
1.1 DLP5532PROJHBQ1EVM 中包含什么	3
1.2 规格	8
2 快速入门	10
2.1 套件组装说明	10
2.2 软件安装	13
2.3 为 EVM 上电	13
2.4 将 EVM 连接到 DLPC230-Q1 Control Program	13
2.5 对内部 FLASH 存储器进行重新编程的步骤	14
3 光学引擎要求和规格	15
4 修订历史记录	15

插图清单

图 1-1. DLP5532PROJHBQ1EVM	1
图 1-1. DLP5532PROJHBQ1EVM 控制器 PCB	3
图 1-2. DLP5532PROJHBQ1EVM 照明驱动器 PCB (顶部)	5
图 1-3. DLP5532PROJHBQ1EVM 照明驱动器 PCB (底部)	6
图 1-4. EVM 电缆	7
图 2-1. EVM 电缆连接	10
图 2-2. FTDI 至 SPI 线缆连接	11
图 2-3. FTDI 至 I2C 连接	11
图 2-4. 风扇连接电缆	11
图 2-5. 照明 LED 连接电缆	12
图 2-6. 使用 DLPC230-Q1 Automotive Control Program 连接到 DLPC230-Q1	13
图 2-7. DLPC230-Q1 Automotive Control Program 通信设置	14

表格清单

表 1-1. 控制器 PCB 端口	4
表 1-2. 控制器 LED 指示灯	4
表 1-3. 控制器 PCB 开关	4
表 1-4. 照明驱动器 PCB 端口	6
表 1-5. 照明驱动器接头引脚	6
表 1-6. EVM 电缆	7
表 1-7. 电气规格	8
表 1-8. 额定温度不为 -40°C 至 105°C 的 EVM 元件	8
表 1-9. 支持的分辨率的典型时序	9
表 3-1. 光学模块规格	15
表 3-2. 包含的 LED	15

商标

所有商标均为其各自所有者的财产。

术语 HDMI、HDMI 高清多媒体接口、HDMI 商业外观和 HDMI 标识是 HDMI Licensing Administrator, Inc. 的商标或注册商标。

1 用户指南概述

本用户指南对 DLP5532PROJHBQ1EVM 进行了概述和一般说明，并提供了开始使用 EVM 的初始步骤。

1.1 DLP5532PROJHBQ1EVM 中包含什么

DLP5532PROJHBQ1EVM 由控制器 PCB、照明驱动器 PCB、电缆和 USB 转 SPI 适配器组成。

DLP5532PROJHBQ1EVM 还包括一个光学模块，旨在与电子系统结合，以对汽车环境中功能齐全的投影仪进行评估。

1.1.1 控制器 PCB

图 1-1 中显示的控制器 PCB 包括 DLP5532-Q1 DMD、DLPC230-Q1 DMD 控制器和 TPS99000-Q1。该控制器 PCB 支持来自 HDMI 或 OpenLDI 接口的视频输入，并提供格式化和控制功能，以在 DLP5532-Q1 DMD 上显示视频。可通过 SPI 或 I²C 接口控制该 EVM。SPI 或 I²C 接口也可用于对存储 DLPC230-Q1 软件和配置的串行闪存重新编程。提供的第二个可选的 SPI 端口用于监控 TPS99000-Q1。该 EVM 具有一个外部光电二极管输入，用于在整个调光范围内控制白点和亮度。还提供了可选的第二个光电二极管输入。该 EVM 包括一个排线接口，用于控制和监测照明驱动器 PCB。它还为红色、绿色和蓝色照明器 PCB 提供了可选的热敏电阻接口，可用于监测照明器的温度。

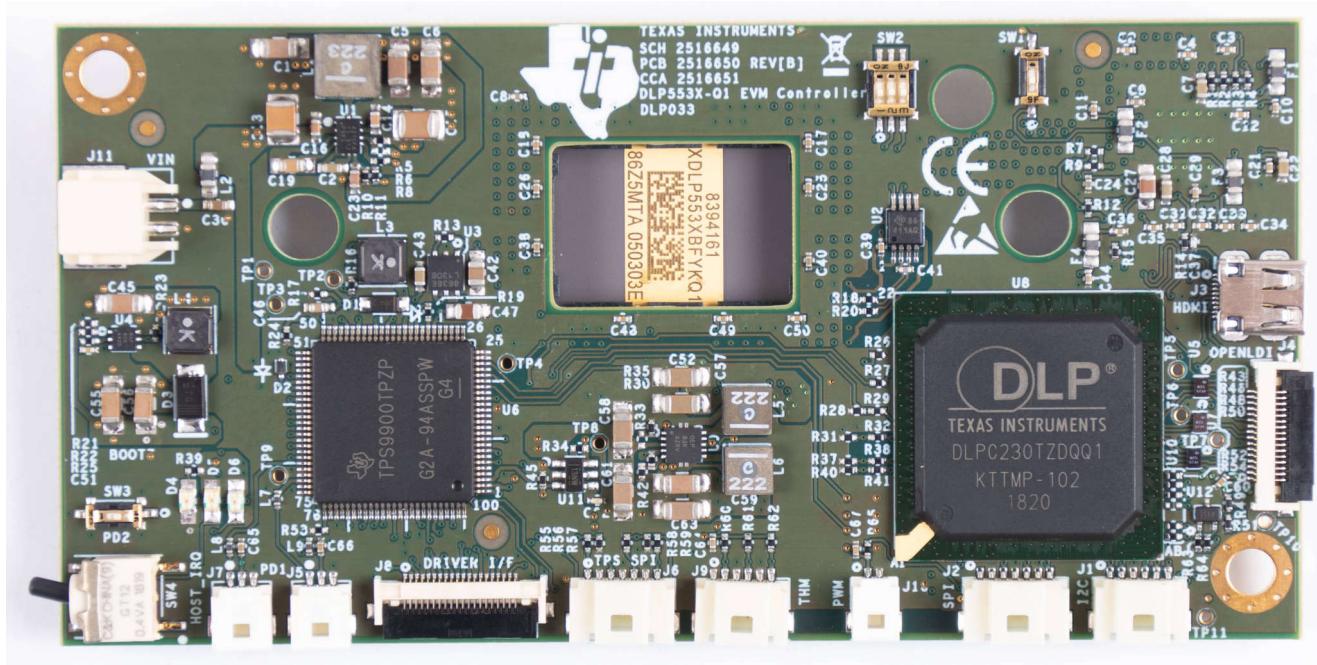


图 1-1. DLP5532PROJHBQ1EVM 控制器 PCB

控制器 PCB 包含表 1-1 中列出的端口。表 1-2 中列出了指示灯 LED。

表 1-1. 控制器 PCB 端口

原理图参考	功能
J1	主机 I ² C、PROJ_ON、HOLD_BOOT、HOST_IRQ
J2	主机 SPI
J3	Micro HDMI
J4	OpenLDI (排线连接器)
J5	光电二极管 1
J6	TPS99000-Q1 SPI 调试
J7	光电二极管 2
J8	HUD 驱动器接口
J9	LED 热敏电阻
J10	风扇 PWM 输出
J11	格式化板控制器电源

表 1-2. 控制器 LED 指示灯

原理图参考	功能
D4 (绿色)	控制器的输入电源 (来自照明驱动器) 关闭 : 未连接电源 开启 : 已连接电源
D5 (绿色)	PROJ_ON 关闭 : 系统关闭 开启 : 系统开启
D6 (红色)	HOST_IRQ 关闭 : 未将中断置为有效 开启 : 中断已被置为有效

表 1-3 中列出了控制器 PCB 开关。SW4 是 PROJ_ON 的拨动开关，用于开启和关闭电子产品。请注意，当 PROJ_ON 处于关闭位置时，电路板的某些器件仍然通电。SW1、SW2 和 SW3 是 DIP 开关，用于控制 DLPC230-Q1 在结束复位后读取的配置信号状态。这些开关必须根据所需的配置选项进行设置。

表 1-3. 控制器 PCB 开关

原理图编号/ 信号编号	功能
SW1 (1)	展频启用 关闭 : 禁用 开启 : 启用
SW2 (1)	主机端口校验和选择 关闭 : CRC 开启 : 校验和
SW2 (2)	主机接口选择 关闭 : 主机 SPI 开启 : 主机 I ² C
SW2 (3)	主机 SPI 模式 关闭 : 模式 0 或 3 开启 : 模式 1 或 2
SW3	在引导时停止 关闭 : 在引导时不停止 (继续转到主应用程序) 开启 : 在引导时停止
SW4	PROJ_ON 关闭 : 关闭系统 开启 : 开启系统 开启状态朝向电路板外边缘 (图 1-1)

1.1.2 照明驱动器 PCB

图 1-2 中显示的照明驱动器 PCB 由控制器 PCB 通过排线进行控制和监测。电力可从台式电源输入到照明驱动器。照明驱动器提供反向偏置保护并通过单独的电缆为控制器 PCB 供电。在进入照明驱动器电路之前，照明驱动器 PCB 将输入电源调节至 17V。照明驱动器具有适合红色、绿色和蓝色照明器的输出。这些照明器通常是 LED，但也可以使用其他照明器。与控制器 PCB 配合使用时，照明器旨在按顺序发出脉冲并与 DMD 微镜的运行同步。有关该 EVM 的输入和输出规格，请参阅 [电气规格](#)。根据工作条件，PCB 的某些器件和表面可能会很热。



图 1-2. DLP5532PROJHBQ1EVM 照明驱动器 PCB (顶部)

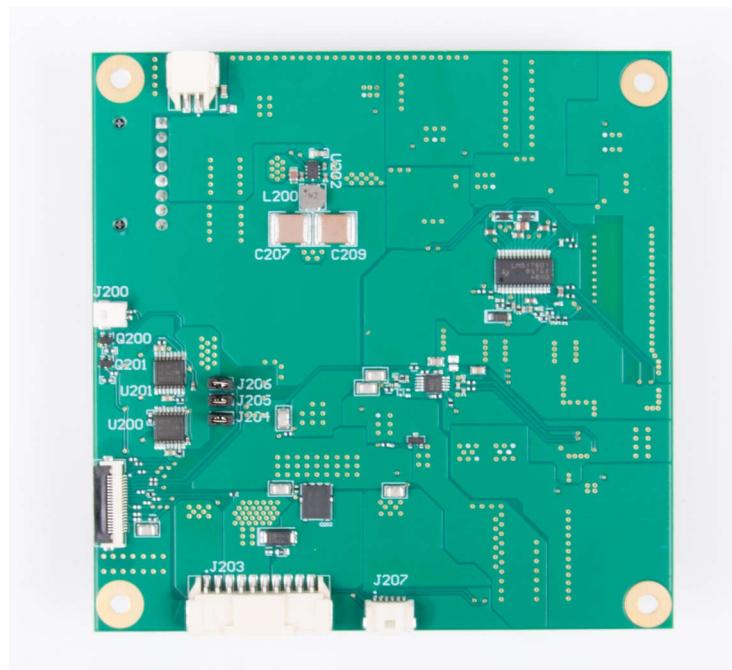


图 1-3. DLP5532PROJHBQ1EVM 照明驱动器 PCB (底部)

照明驱动器 PCB 包含表 1-4 中列出的端口。请注意，原理图参考 J20# 的所有端口都位于照明驱动器 PCB 板的底部。

表 1-4. 照明驱动器 PCB 端口

原理图参考	功能
J1	红色照明输出 - 高达 10A 的高电流输出
J2	绿色照明输出 - 高达 10A 的高电流输出
J3	输入功率
J4	风扇 1 电源输出
J5	风扇 2 电源输出
J6	风扇 3 电源输出
J200	控制器的风扇 PWM
J201	控制器/驱动器控制接口
J202	控制器电源
J203	蓝色照明输出 - 高达 10A 的高电流输出
J207	红色、绿色和蓝色 LED 的热敏电阻

照明驱动器 PCB 包含表 1-5 中列出的接头。这些接头在主动冷却风扇和电源稳压器之间提供保护性反馈环路。如果其中一个风扇不工作或无法获得足够的输入功率，反馈环路会禁用电源稳压器并保护照明驱动器电路。如果不使用风扇，可以移除接头以禁用风扇反馈环路。

表 1-5. 照明驱动器接头引脚

接头	PIN1	PIN2
J204	风扇 1 反馈信号	EN_UVLO
J205	风扇 2 反馈信号	EN_UVLO
J206	风扇 3 反馈信号	EN_UVLO

1.1.3 EVM 电缆

DLP5532PROJHBQ1EVM 套件包含表 1-6 中列出的电缆和 FTDI USB 转 SPI/I2C 适配器。

表 1-6. EVM 电缆

名称	参考	数量
Micro HDMI 电缆	A	1
输入电源线	B	1
主机 SPI 电缆	C	1
FTDI SPI 主机适配器	D	1
主机 I ² C 电缆 (包括 PROJ_ON、HOLD_BOOT、HOST_IRQ 信号)	E	1

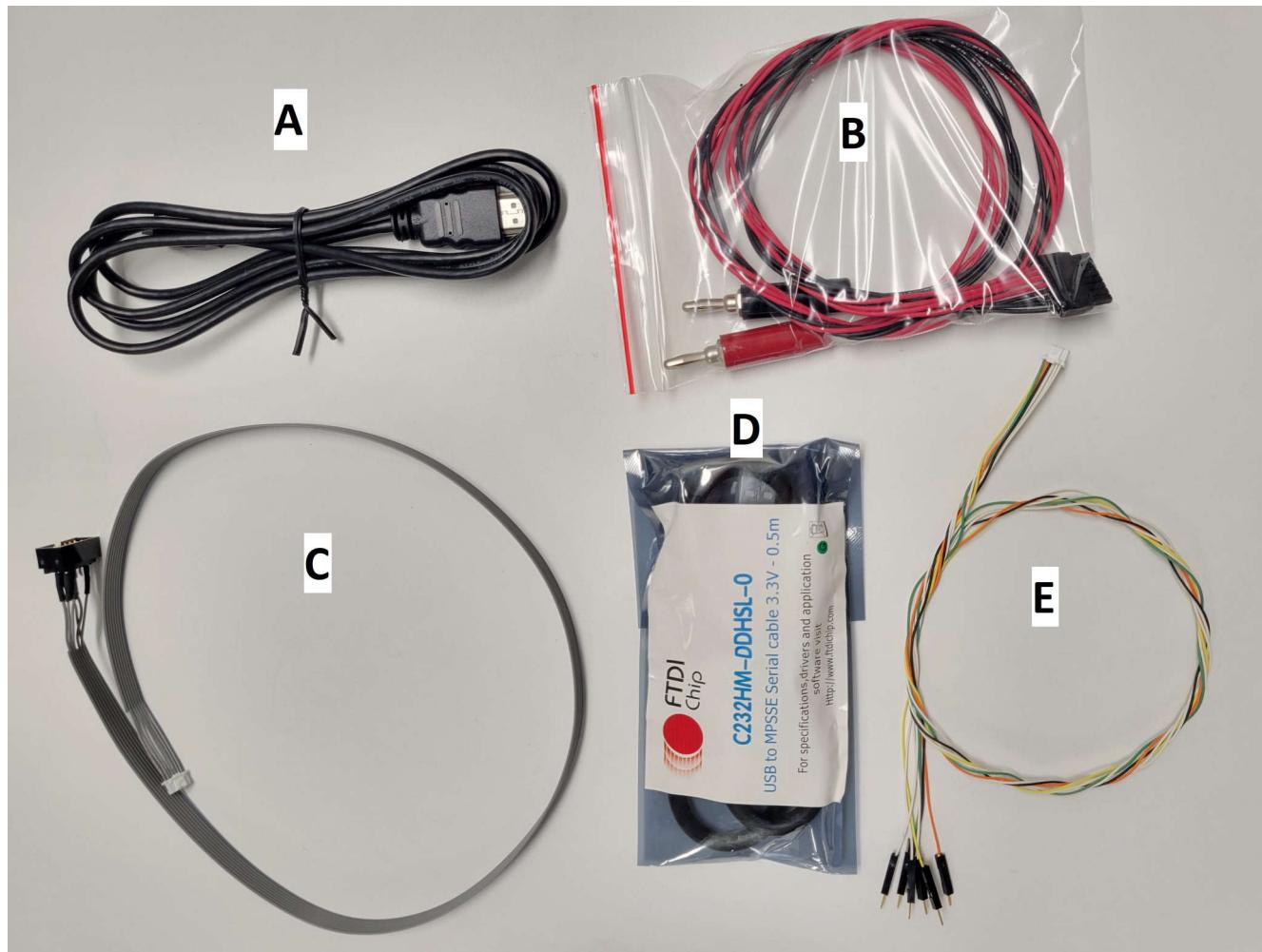


图 1-4. EVM 电缆

1.2 规格

1.2.1 电气规格

表 1-7. 电气规格

参数	最小值	标称值	最大值	单位
输入				
电压	8	12	18	V
功率 ⁽¹⁾		30	80	W
LED 前置稳压器输出				
电压		17		V
照明驱动器输出负载				
电压 (每个 LED 颜色输出)			17	V
电流 (每个 LED 颜色输出)			10	A
温度				
工作 DMD 温度 ⁽²⁾	-40		105 ⁽³⁾	°C

(1) 最大功率的条件：自平衡 LED 电流高达 10A，LED 正向电压 = 12.3V，显示占空比 = 90/10。

(2) 必须注意确保各个元件和 PCB 在驱动大功率负载时不超过其最高温度。

(3) 部分元件的额定温度仅为 85°C。请参阅表 1-8 获取这些元件的列表。

1.2.2 元件温度额定值

PCB 材料和大多数 PCB 元件的额定工作温度是 -40°C 至 105°C，包括 DLP5530-Q1、DLPC230-Q1 和 TPS99000-Q1。

一些板载元件（如开关、连接器和指示灯 LED）不满足该温度额定值。表 1-8 列出了额定温度不在 -40°C 和 105°C 之间的 EVM 元件的规格。请参阅 EVM 物料清单，查看 EVM 设计中所用各元件的温度规格。

表 1-8. 额定温度不为 -40°C 至 105°C 的 EVM 元件

电路板	参考	器件型号	制造商	说明	最低温度 (°C)	最高温度 (°C)
控制器	D4、D5	LTST-C171KGKT	Lite-On	LED，绿色，0805	-55	85
控制器	D6	LTST-C171KRKT	Lite-On	LED，红色，0805	-55	85
控制器	J3	685119248123	Wurth	连接器，micro HDMI，直角	-40	85
控制器	SW2	CVS-03TB	Copal Electronics Inc	开关，DIP，滑动式，3 位，1mm，6V	-40	85
控制器	SW1、SW3	CVS-01TB	Copal Electronics Inc	开关，DIP，滑动式，1 位，1mm，6V	-40	85
控制器	SW4	GT12MSCBE	C&K 比较器	开关，SPST，鸥翼式	-30	85
控制器	U5、U7、 U10、 U503、U504	PCM2HDMI2SZ	Nexperia	共模扼流圈，4 路，SMD，ESD	-40	85
控制器	U501	TFP401AIPZPRQ1	德州仪器 (TI)	IC PanelBus DVI 接收器，100-HTQFP	-40	85

控制器和照明驱动器 PCB 的 UL 火焰等级最高为 130°C。

它不是生产设计。其仅用于评估目的。

1.2.3 输入视频规格

HDMI 和 OpenLDI 接口支持以下输入视频分辨率。这些输入视频分辨率已编程到 EVM HDMI 接口的扩展显示标识数据 (EDID) EEPROM 中，使连接的计算机能够读取支持的分辨率和时序。请注意，某些计算机无法输出所有这些分辨率，尤其是 576×288 。

- 1152×1152
- 1152×576
- 576×288

表 1-9 中指定了 EVM 的 HDMI 接口 EDID 中指定的输入源时序。TI 还建议将这些时序参数用于 OpenLDI 接口。

表 1-9. 支持的源分辨率的典型时序

水平分辨率	垂直分辨率	水平消隐				垂直消隐				垂直频率 (Hz)	像素时钟 (MHz)
		总计	同步 (像 素时钟 数)	后沿 (像 素时钟 数)	前沿 (像 素时钟 数)	总计	同步 (行 数)	后沿 (行 数)	前沿 (行 数)		
1152	1152	80	8	32	40	33	8	22	3	60	87.59
1152	576	80	8	32	40	17	8	6	3	60	43.83
576	288	322	8	154	160	181	8	158	15	59.98	25.26

1.2.4 SPI 和 I²C 时序

有关 SPI 和 I²C 规格的更多信息，请参阅适用于 DLP553x-Q1 芯片组的 DLPC230-Q1 汽车 DMD 控制器数据表。

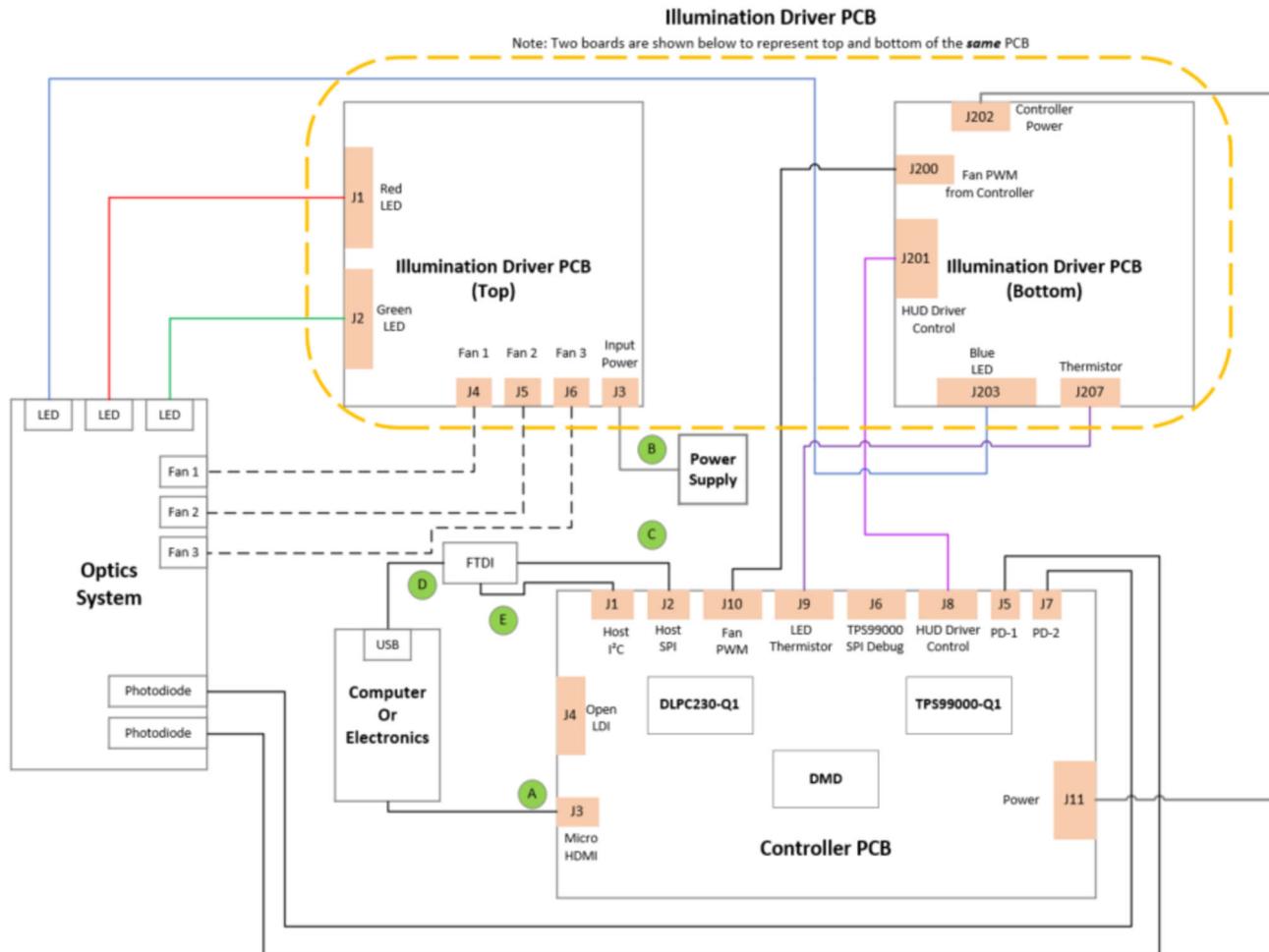
2 快速入门

按照以下说明设置 DLP5532PROJHBQ1EVM 和 PC 以进行视频输入和控制通信。

2.1 套件组装说明

图 2-1 显示了所有连接的示意图。

1. 将主机 SPI/I2C 电缆连接到控制器 PCB (J2/J1) 和 FTDI 适配器。将 FTDI 适配器的 USB 电缆连接到 PC。
2. 将 Micro HDMI 电缆连接到控制器 PCB (J3)。将 Micro HDMI 电缆连接到 PC HDMI 端口。
3. 将电源输入电缆连接到照明驱动器 PCB (J3)。



A. 参考字母是指表 1-6 中列出的电缆。

图 2-1. EVM 电缆连接

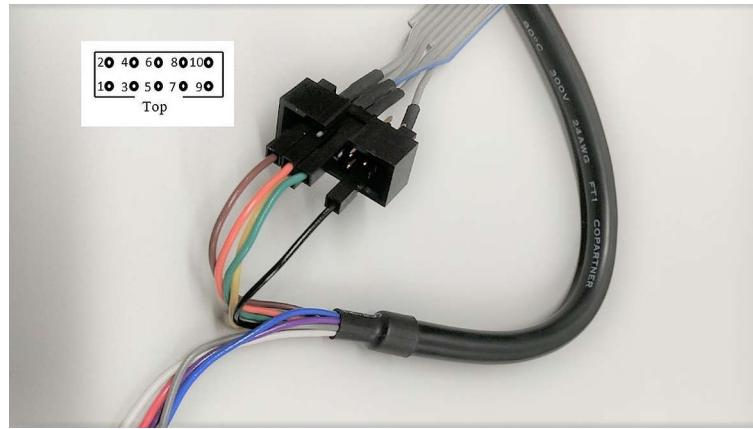


图 2-2. FTDI 至 SPI 线缆连接

为了正确确定引线编号的方向，请注意 SPI 电缆上的顶部有一个陷波。请注意，FTDI 电缆和 SPI 电缆上的未连接引脚上有一些未使用的电缆。

1. 将 FTDI 电缆（芯片选择）的棕色线连接到 SPI 电缆的引脚 9。
2. 将 FTDI 电缆（时钟）的橙色线连接到 SPI 电缆的引脚 7。
3. 将 FTDI 电缆（串行输入）的绿色线连接到 SPI 电缆的引脚 5。
4. 将 FTDI 电缆（接地）的黑色线连接到 SPI 电缆的引脚 2。
5. 将 FTDI 电缆（串行输出）的黄色线连接到 SPI 电缆的引脚 8。

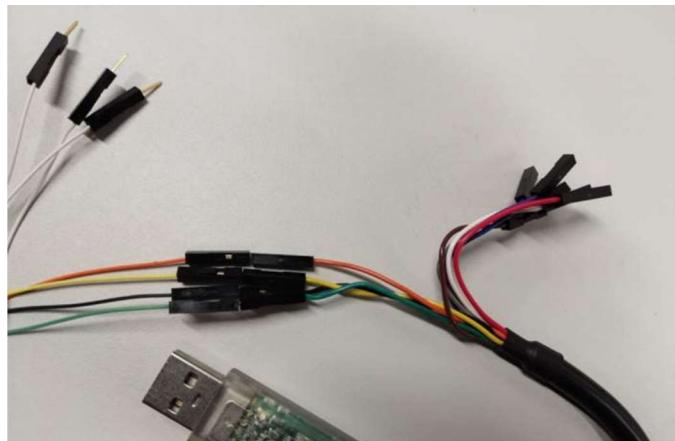


图 2-3. FTDI 至 I2C 连接

还可以通过 I2C 与 EVM 通信。请注意，FTDI 电缆上有一些未使用的电缆，I2C 电缆上有一些未使用的电缆。

1. 将 FTDI 电缆（时钟）的橙色线连接到 I2C 电缆的橙色线。
2. 将 FTDI 电缆（串行输出）的黄色线连接到 I2C 电缆的黄色线。
3. 将 FTDI 电缆的黑色线（接地）连接到 I2C 电缆的黑色线。
4. 将 FTDI 电缆（串行输入）的绿色线连接到 I2C 电缆的绿色线。

下面提供了涉及 DLP5532PROJHBQ1EVM 投影仪本身的风扇电缆连接的直观参考。

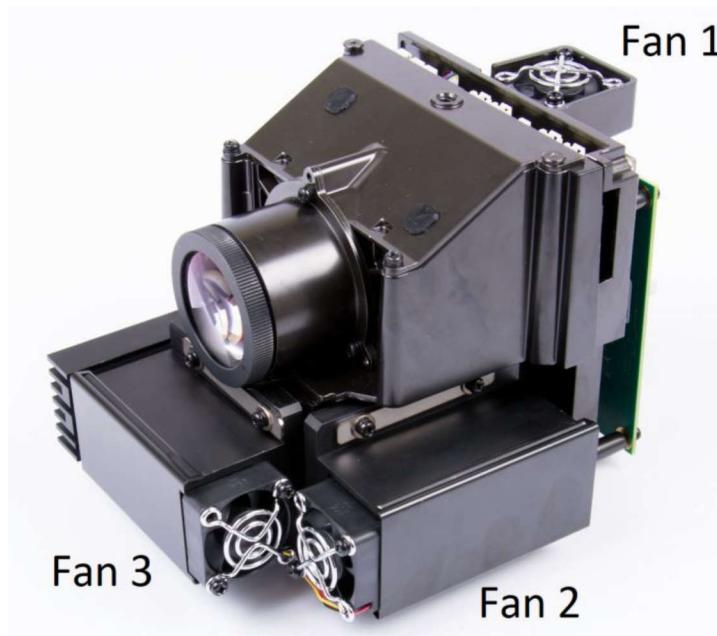
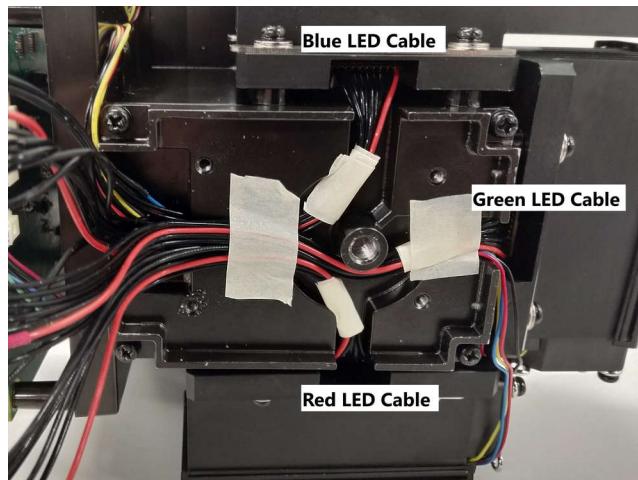


图 2-4. 风扇连接电缆

下面提供了涉及 DLP5532PROJHBQ1EVM 投影仪本身的 LED 电缆连接的直观参考。



备注

电缆已由制造商连接和组装。请仅在需要时拆卸。有一个背板由四个螺钉固定在一起。LED 电缆没有锁定卡舌，可用力拉出。要重新插入 LED 电缆，可能需要使用螺丝刀等工具向下推连接器，以确保连接牢固。

图 2-5. 照明 LED 连接电缆

警告

请勿尝试卸下 LED 散热器上的四颗螺钉，因为这会影响照明系统的对齐。

2.2 软件安装

1. 从 [TI.com](#) 下载 [DLPC230-Q1 Control Program Lite](#) 并进行安装。
2. 从 Total Phase 网站安装 [Total Phase Cheetah USB 适配器驱动程序](#)。

2.3 为 EVM 上电

1. 将输入电源线连接到满足表 1-7 中定义的输入电源规格的电源。红线是 V+ 端子、黑线是 V- 端子。
2. 打开电源。上电后，控制器 PCB LED 指示灯 (D4) 亮起绿色。
3. 开启 PROJ_ON 开关 (SW4)。ON 位置远离电路板，OFF 位置朝向电路板。控制器 PCB LED 指示灯 (D5) 呈绿色亮起。

2.4 将 EVM 连接到 DLPC230-Q1 Control Program

1. 启动 [DLPC230-Q1 Control Program Lite](#)。
2. 在 Connection 页面中，将 DLPC230-Q1 Host 设置为 SPI 并从下拉菜单中选择 Cheetah (请参阅图 2-6)。
请注意，必须通过 USB 电缆将 Cheetah 连接到计算机才能在下拉菜单中显示 Cheetah。

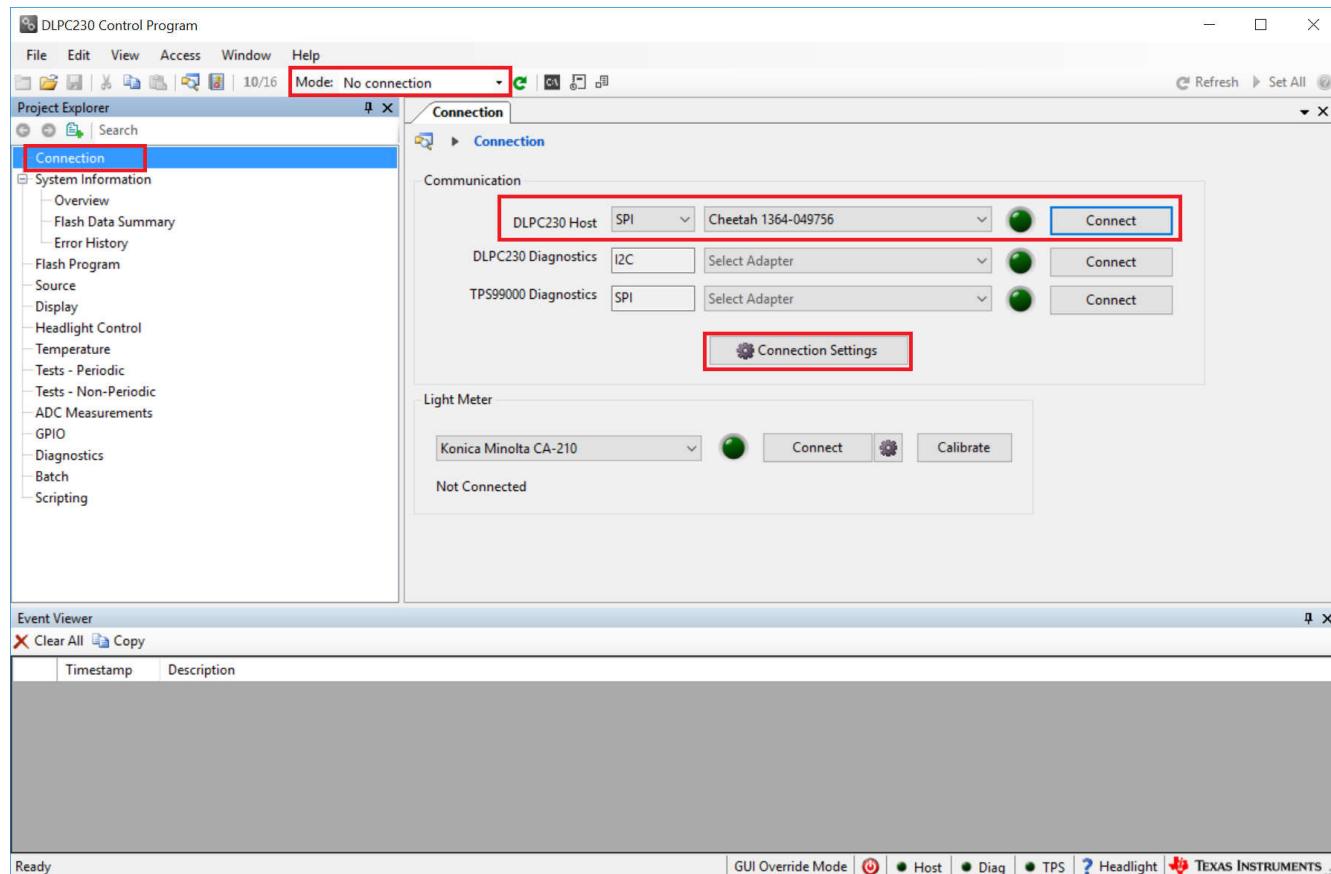


图 2-6. 使用 DLPC230-Q1 Automotive Control Program 连接到 DLPC230-Q1

3. 选择 *Connection Settings* 以确认图 2-7 中显示的 SPI 配置与表 1-3 中所述的控制器 PCB 开关设置相匹配。具体而言，SPI 模式和“CRC/Checksum”可能因开关设置而异。配置完成后，按 **OK**。

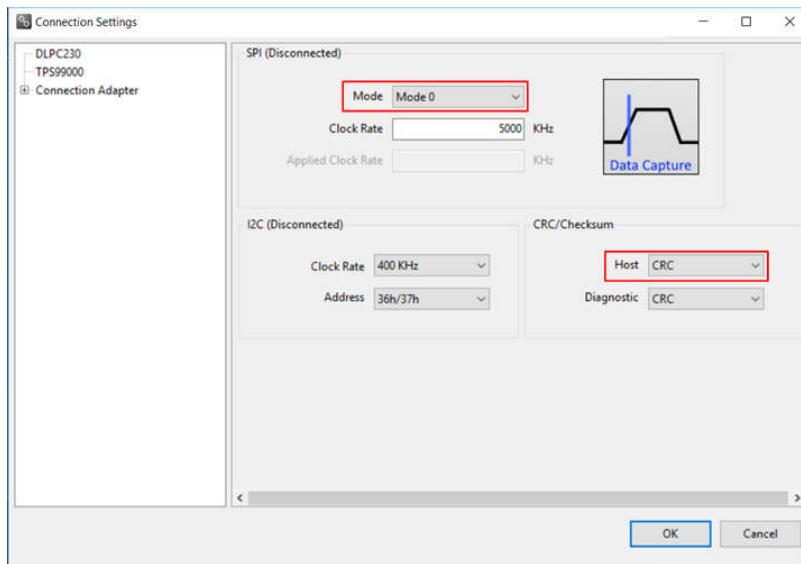


图 2-7. DLPC230-Q1 Automotive Control Program 通信设置

4. 点击 *Connect* 按钮。*Connect* 按钮旁边的绿色圆圈会亮起，表示已成功连接 Cheetah 适配器。

2.5 对内部 FLASH 存储器进行重新编程的步骤

DLP5532PROJHBQ1EVM 附带内部串行闪存，该闪存已预编程了软件和基本配置。可以使用 DLPC230-Q1 Automotive Control Program 对串行闪存进行重新编程，从而更新软件和配置。下面列出了对串行闪存重新编程的步骤。

1. 使用连接到 EVM 的 DLPC230-Q1 Automotive Control Program 导航到 *Flash Program* 选项卡。
2. 导航至 *Read Flash* 子选项卡并选择要保存到本地存储位置的整个闪存内容。（请注意，此步骤是可选的，但强烈建议将当前闪存内容保存为备份。）
3. 导航回 *Program Flash* 子选项卡并使用文件夹图标选择一个图像文件 (.bin) 并将其打开。
4. 点击 *Program and Verify Flash Memory*。

请注意，如果器件处于 *Display* 模式，器件会在编程期间自动切换至 *Standby* 模式。

3 光学引擎要求和规格

DLP5532PROJHBQ1EVM 包含一个可用于透明窗口显示应用的光学投影系统。表 3-1 中列出了光学规格。

表 3-1. 光学模块规格

参数	最小值	标称值	最大值	单位
光通量输出	600	1000*	1m	
投射比		1.8		
投射距离	450	750	1000	mm
图像宽度	250	417	556	mm
f/#		1.8		
MTF	42%		72%	
光学图像偏移		100%		
光均匀性		62%		
FOFO 对比度	600:1			

* 注意：为了实现 1000 流明，可能需要优化 LED 驱动器 PCB 以支持每个颜色通道更高的电流，并且还必须考虑 PCB 的热稳健性。

表 3-2. 包含的 LED

颜色	制造商	器件型号
红色	Luminus	PTM-50X-RA
绿色	Luminus	PTM 50X 转换型绿色
蓝色	Luminus	PTM-50X 蓝色

小心



本产品可能发出有害的光辐射。请勿直视灯光，可能会伤害眼睛。

4 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 MAY 30, 2022 to OCTOBER 31, 2025 (from Revision * (May 2022) to Revision A (October 2025))

Page

- 添加了 HDMI 商标信息..... 3

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出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