

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. 支持的源分辨率的典型时序	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。

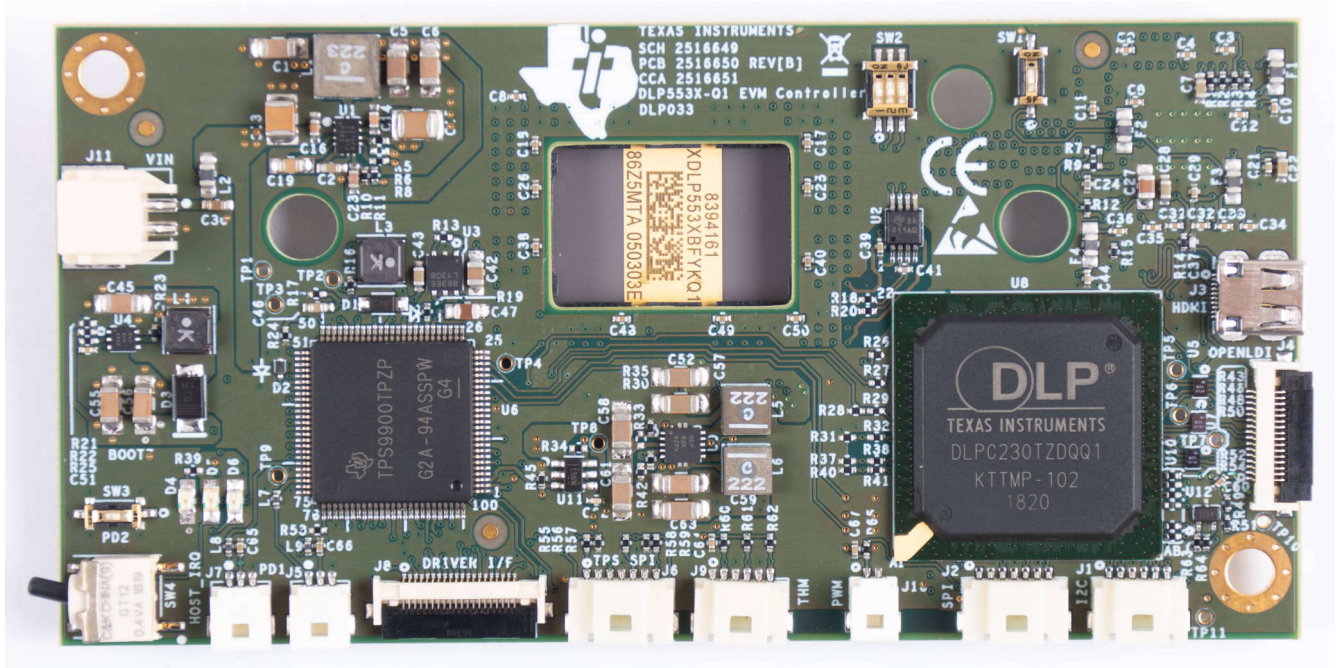


图 1-1. DLP5532PROJHBQ1EVM 控制器 PCB

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。

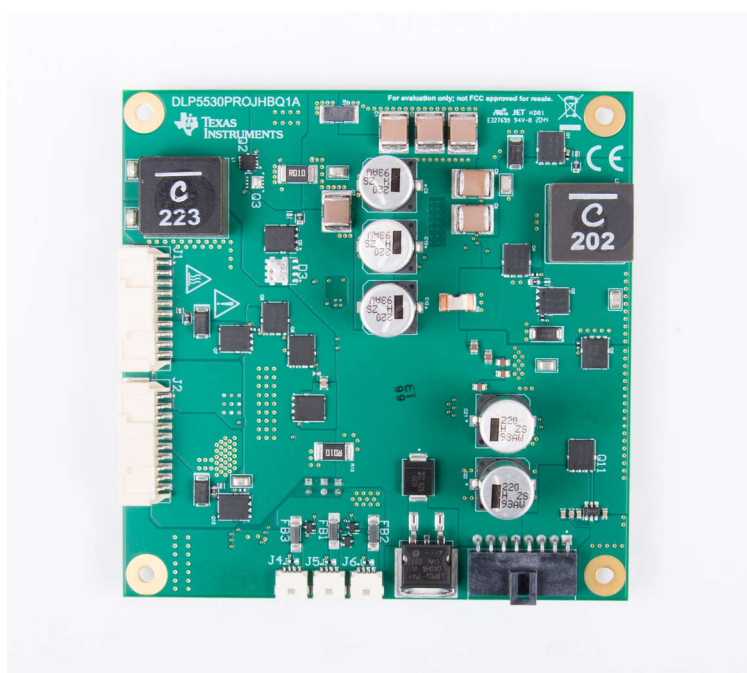


图 1-2. DLP5532PROJHBQ1EVM 照明驱动器 PCB (顶部)

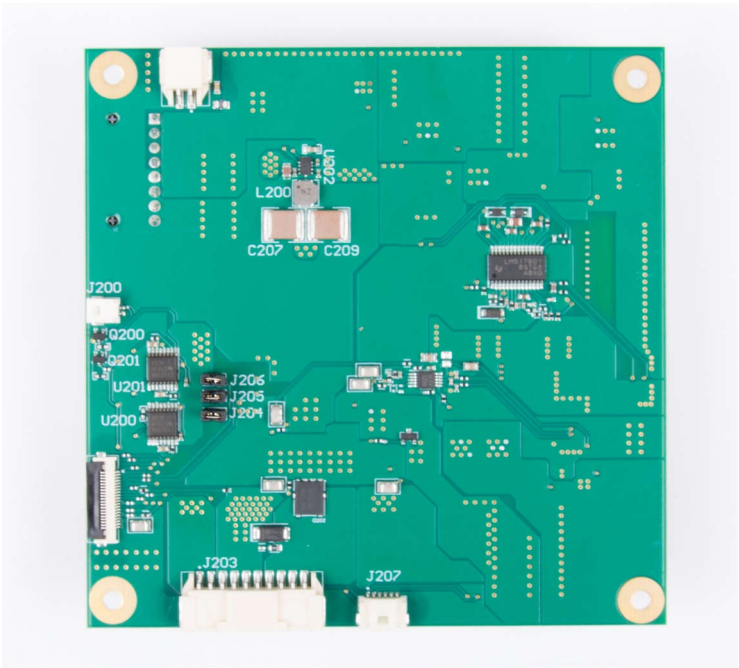


图 1-3. DLP5532PROJHBQ1EVM 照明驱动器 PCB (底部)

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

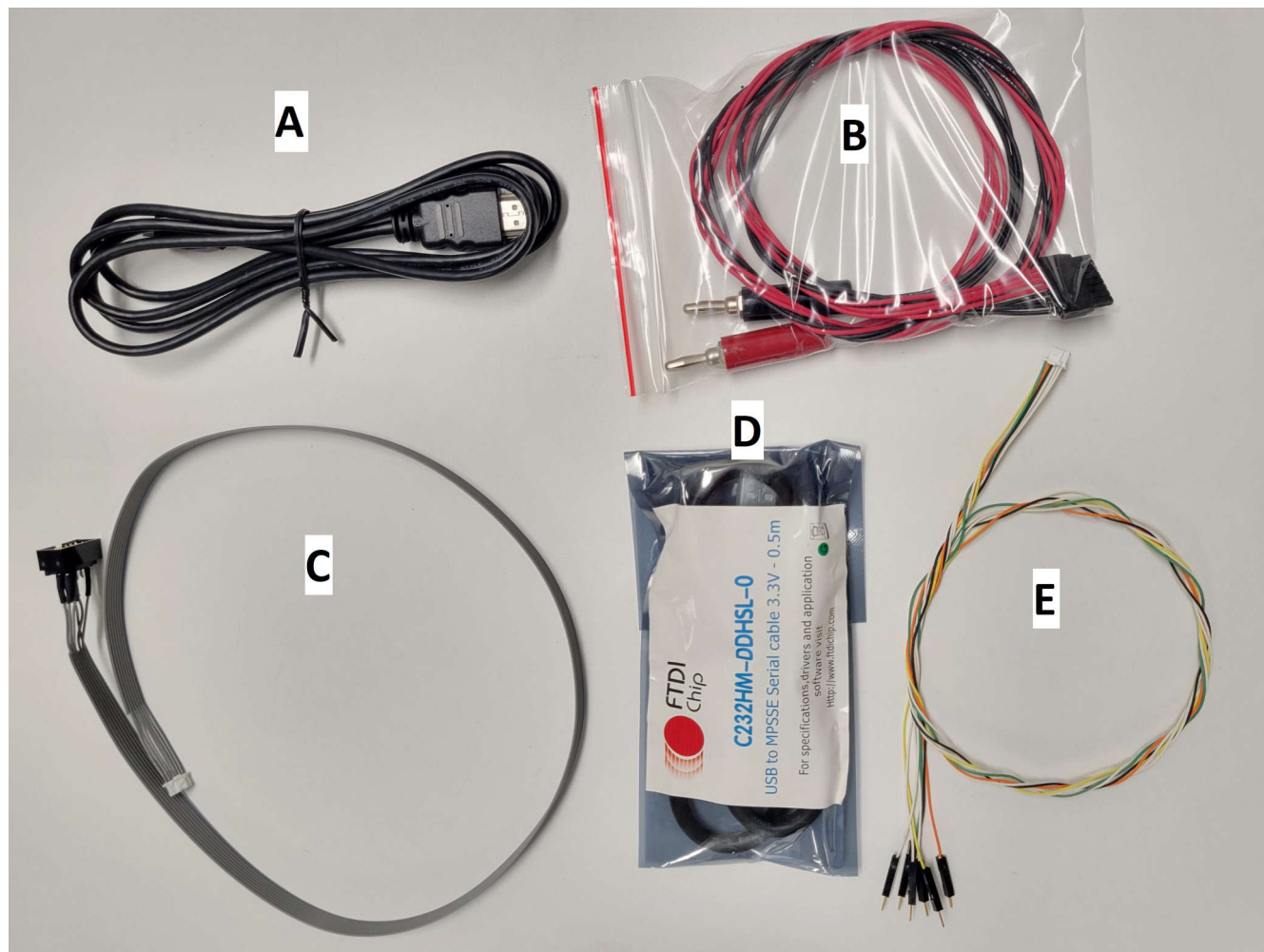


图 1-4. EVM 电缆

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：白平衡 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	PCMF2HDMI2SZ	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。

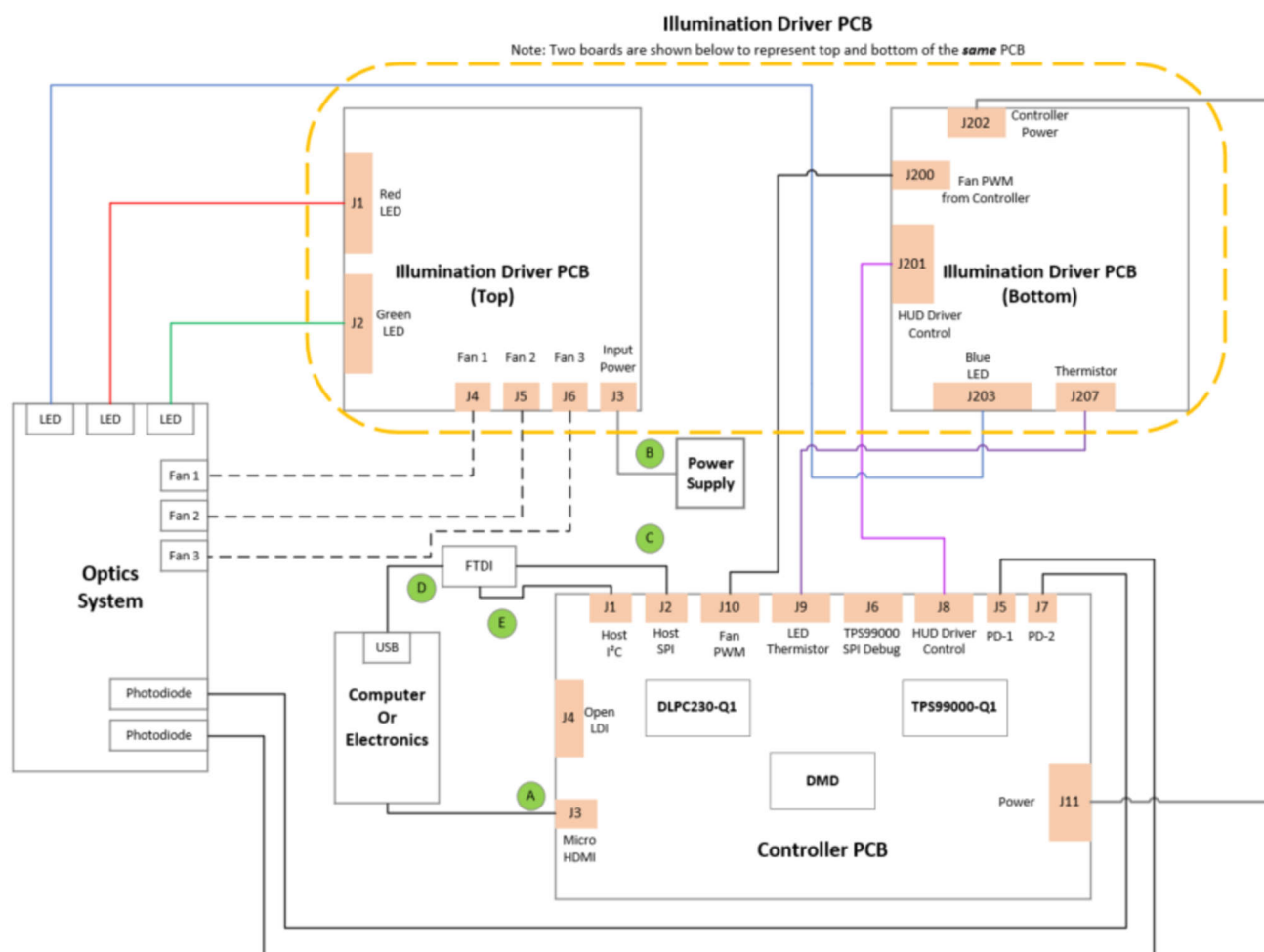
2 快速入门

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

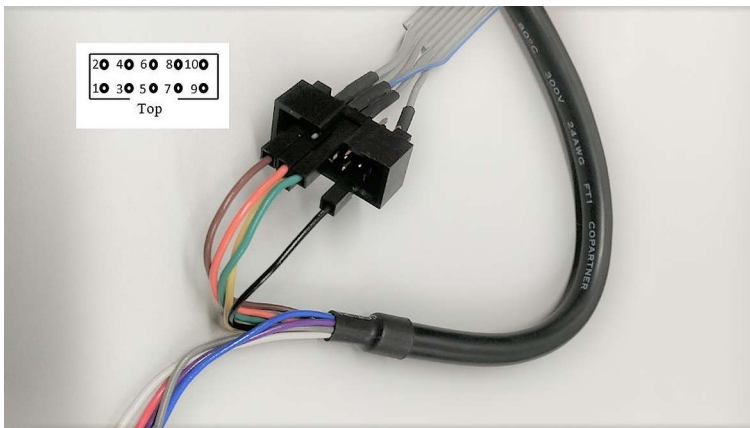


图 2-2. FTDI 至 SPI 线缆连接

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。

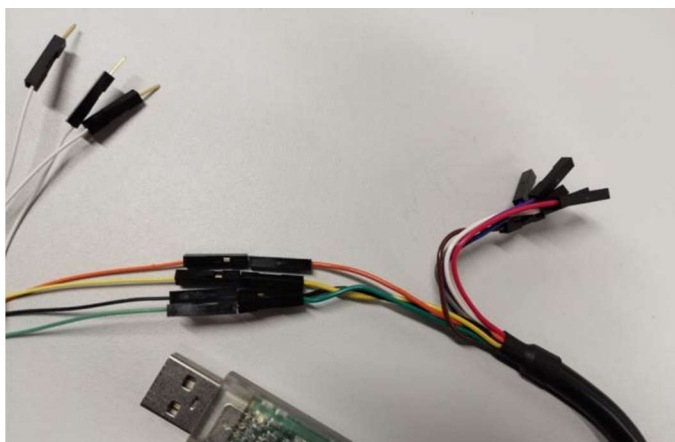


图 2-3. FTDI 至 I2C 连接

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。

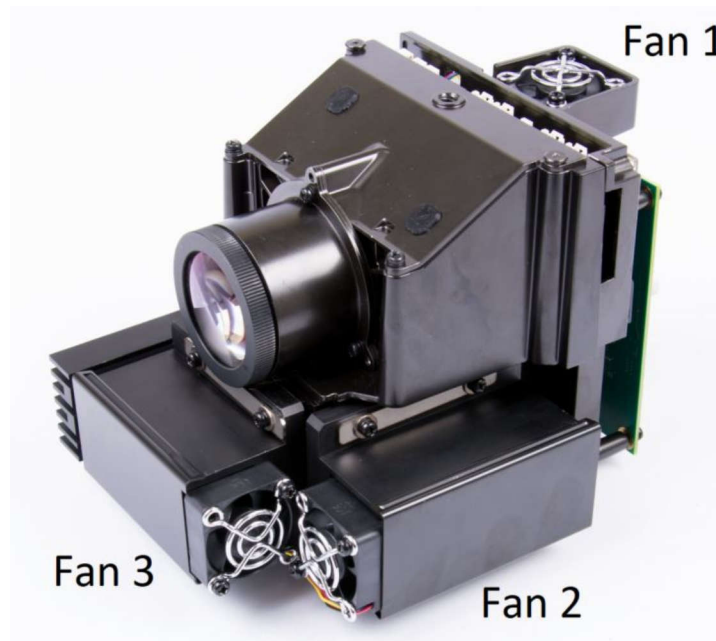
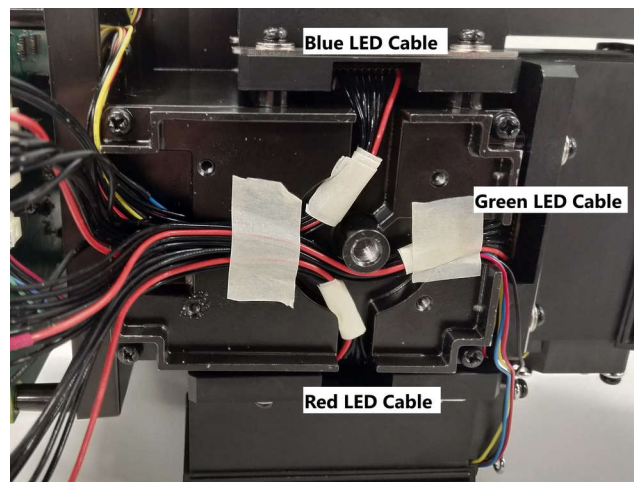


图 2-4. 风扇连接电缆

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。

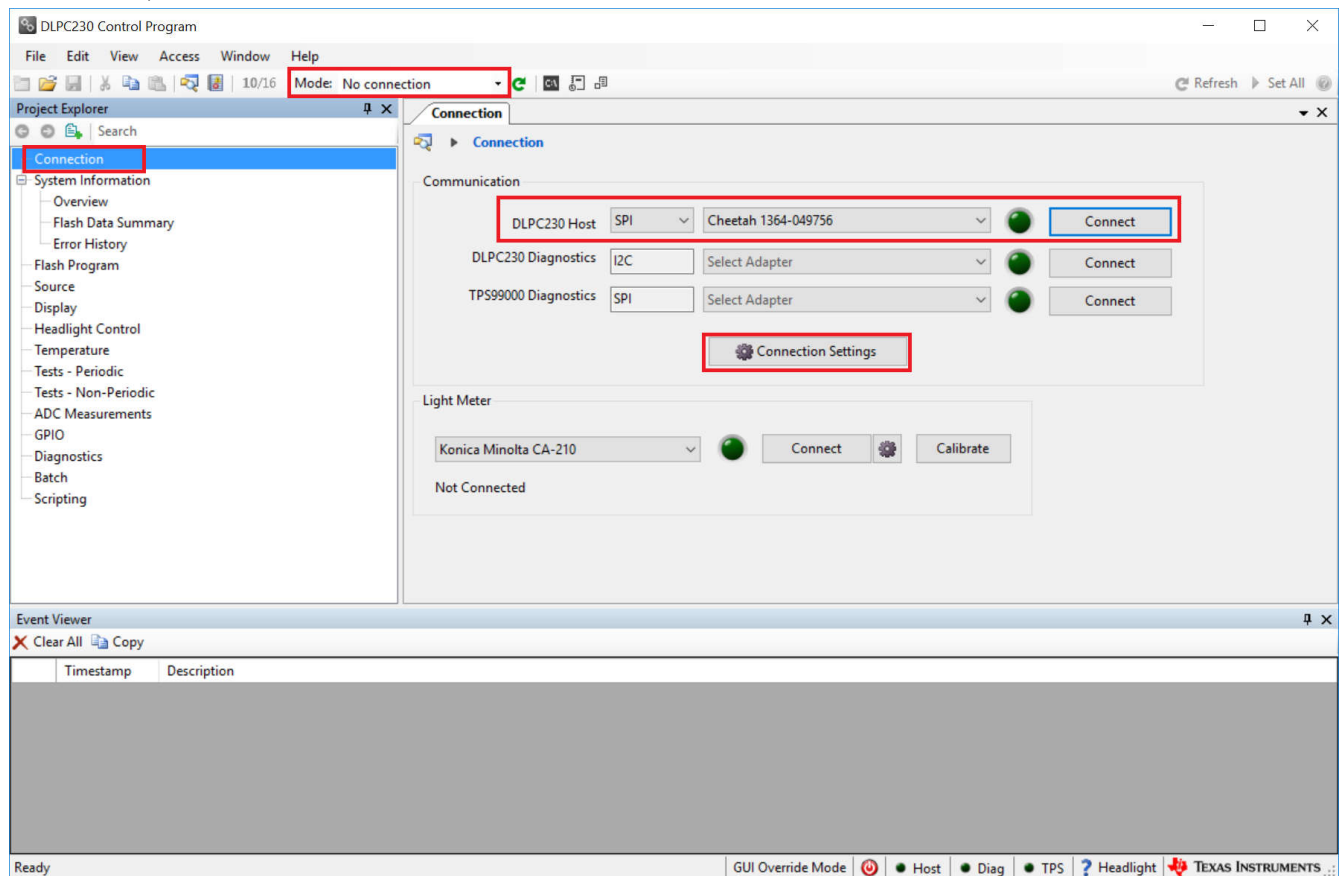


图 2-6. 使用 DLPC230-Q1 Automotive Control Program 连接到 DLPC230-Q1

- 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**。

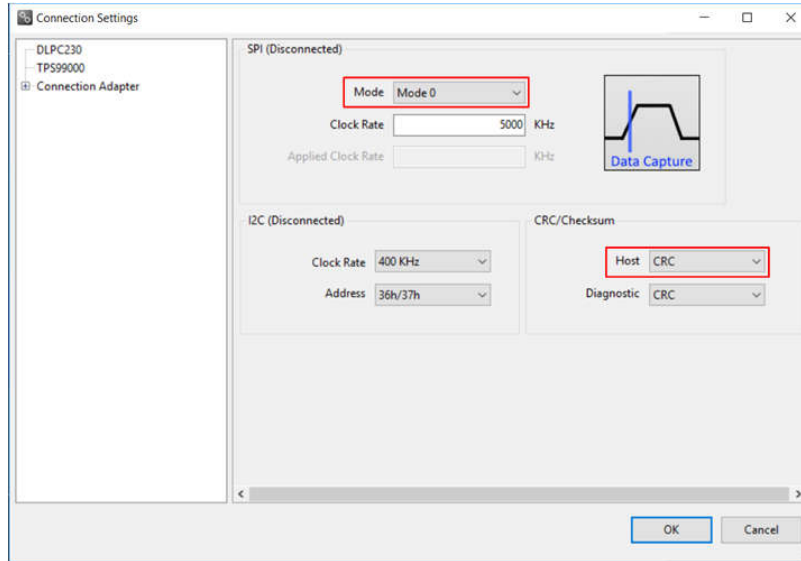


图 2-7. DLPC230-Q1 Automotive Control Program 通信设置

- 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。

- 使用连接到 EVM 的 DLPC230-Q1 Automotive Control Program 导航到 **Flash Program** 选项卡。
- 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。
- 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。
- 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*	lm
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