

User's Guide

DLP5531-Q1 电子元件评估模块用户指南**摘要**

TI 的 DLP® 技术可为汽车前照灯应用提供超高分辨率，并且完全可编程。DLP 技术的每个前照灯具有超过一百万寻址像素，其分辨率超过了现有自适应远光灯 (ADB) 技术的多个数量级。汽车制造商和一级供应商可以使用这种全新的可编程 ADB 解决方案，更大限度地提高驾驶员的亮度，同时更大限度地减少对向车辆的眩光和高光交通标志产生的反射。DLP 技术可与任何光源 (包括 LED 和激光照明) 配合使用，并使设计人员能够在道路上实现更精确的光分布，并可通过可编程软件控制可定制的光束模式。汽车制造商和一级供应商可以通过此解决方案部分或完全降低单个像素的亮度，为创建能够让驾驶员在任何情况下保持远光灯打开的前照灯系统铺平了道路。

DLP5531-Q1 电子元件评估模块 (EVM)，可以评估 DLP5531-Q1 芯片组。该模块集一组元件 (包括 DLP5531-Q1、DLPC230-Q1 和 TPS99000-Q1) 于一体，可提供一个用于评估高分辨率前照灯技术的高效系统。在实验室环境中配合使用光学元件、视频输入源和计算机或其他控制方式，可使用该评估模块演示以下特性：

- 自适应远光灯
- 无眩光光束转向
- 反光交通标志调光
- 行人调光
- 符号投影
- OEM 品牌



此设计采用了 HDMI® 技术。

内容

1 DLP5531-Q1 电子元件 EVM 概述	3
1.1 DLP5531-Q1 电子元件 EVM 的组成	3
1.2 规格	9
2 快速入门	12
2.1 套件组装说明	12
2.2 上电	13
3 LED 驱动器	15
4 光学元件和机械装置	16
5 闪存编程步骤	17
6 SPI 和 I²C 时序	18
7 修订历史记录	18

商标

DLP® is a registered trademark of Texas Instruments.

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 DLP5531-Q1 电子元件 EVM 概述

此用户指南概要介绍了 DLP5531-Q1 电子元件 EVM 并对其主要特性和功能进行了一般描述。此外，还将提供入门的初始步骤以及对系统功能和配置的说明。

1.1 DLP5531-Q1 电子元件 EVM 的组成

DLP5531-Q1 电子元件 EVM 由两个子系统组成：

- 系统主板 — 包括 DLP5531-Q1 DMD、DLPC230-Q1 DMD 控制器和 TPS99000-Q1。
- 照明驱动器板 — 包含照明驱动器，并为系统主板提供电源。

1.1.1 系统主板

系统主板包含以下端口和开关，请参阅图 1-1。

表 1-1. 系统主板端口

原理图编号	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 ⁽¹⁾
J6	TPS99000-Q1 SPI 调试
J7	光电二极管 2 ⁽¹⁾
J8	HUD 驱动器接口 ⁽¹⁾
J9	LED 热敏电阻 ⁽¹⁾
J10	前照灯驱动器接口
J11	系统主板电源

(1) 前照灯应用中未使用的端口。未提供电缆。

表 1-2. 系统主板开关

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
SW1 (2)	测试点 2 必须设置为 OFF 位置
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：打开系统 图 1-1 中开启状态在左侧

表 1-3. 系统主板 LED 指示灯

原理图编号	功能
D6 (绿色)	系统主板的输入电源 (来自 LED 驱动器板) 关闭：未连接电源 开启：已连接电源
D7 (绿色)	PROJ_ON 关闭：系统关闭 开启：系统开启
D8 (红色)	HOST_IRQ 关闭：未将中断置为有效 开启：中断已被置为有效

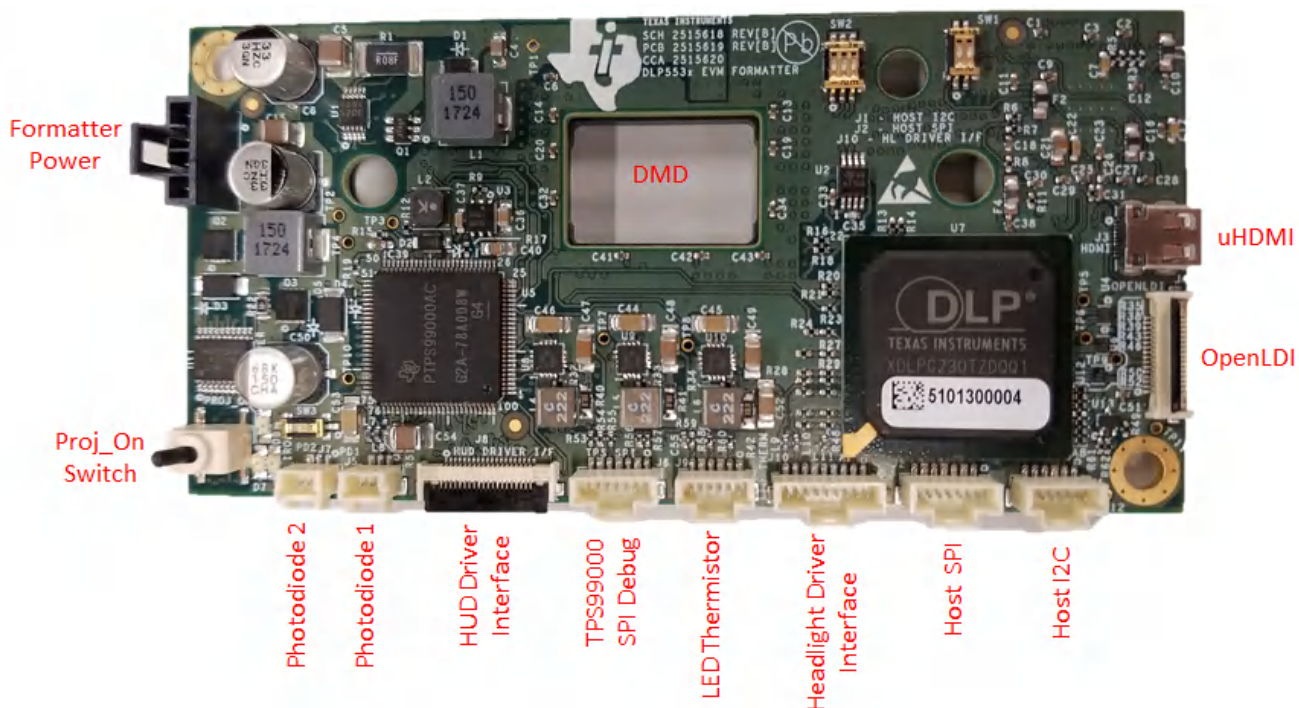


图 1-1. DLP5531-Q1 EVM 系统主板

1.1.1.1 LED 驱动器板

前照灯 LED 驱动器板包含以下端口和开关，请参阅图 1-2。



小心

表面高温。接触可致烫伤。请勿触摸！

表 1-4. LED 驱动器板端口

原理图编号	功能
J1	系统主板电源
J2	输入功率
J3	风扇
J4	风扇
J5	前照灯驱动器接口
J6	风扇
J7	LED 0 - 高达 6A 的高电流输出，采用锁定和键控连接器
J8	LED 1 - 高达 6A 的高电流输出，采用锁定和键控连接器
J9	LED 2 - 高达 6A 的高电流输出，采用锁定和键控连接器

表 1-5. LED 驱动器板开关

原理图编号/信号编号	功能
SW1	风扇启用 图 1-2 中显示了 ON 位置

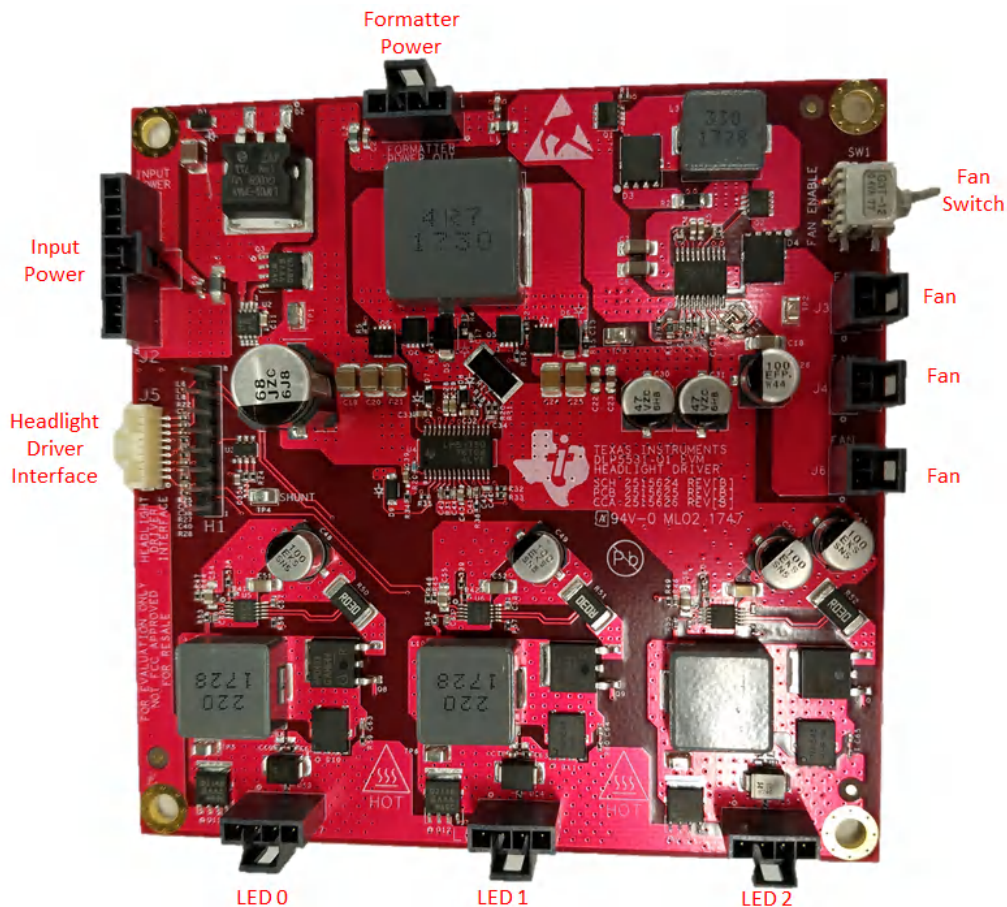


图 1-2. DLP5531-Q1 EVM LED 驱动器板

1.1.2 线缆

DLP5531-Q1 电子元件 EVM 套件包含以下电缆，请参阅图 1-3。

名称	基准	数量
Cheetah™ SPI 主机适配器	A	1
主机 SPI 电缆	B	1
主机 I ² C 电缆 (包括 PROJ_ON、HOLD_BOOT、HOST_IRQ 信号)	C	1
前照灯驱动器接口电缆	D	1
LED 电源线	E	3
系统主板电源线	F	1
输入电源线	G	1
Micro HDMI 电缆	H	1
OpenLDI 排线	I	1
风扇电源线	J	3



图 1-3. DLP5531-Q1 电子元件 EVM 中包含的电缆

1.2 规格

1.2.1 电气规格

表 1-6. 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
电源			96	W
LED 驱动器输出负载				
电压 (每个 LED 通道)	3		12	V
电流 (每个 LED 通道)			6 ⁽¹⁾	A
功率 (所有 LED 通道之和)			72	W
风扇负载				
电压		12		V
电流 (所有风扇通道之和)			1	A
温度				
工作 DMD 温度 ⁽²⁾	-40		105 ⁽³⁾	°C

- (1) 可以使用 8A，但必须注意确保各个元件和 PCB 不超过其最高温度。
(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 1-7 获取这些元件的列表。

1.2.2 元件温度额定值

电路板和大多数电路板元件的额定工作温度是 -40°C 至 105°C，包括 DLP5531-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 1-7 列出了额定温度不在 -40°C 和 105°C 之间的所有 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 1-7. 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)
系统主板	D6, D7	LTST-C171KGKT	Lite-On	LED, 绿色, 0805	-55	85
系统主板	D8	LTST-C171KRKT	Lite-On	LED, 红色, 0805	-55	85
系统主板	J3	685119248123	Wurth	连接器, micro HDMI, 直角	-40	85
系统主板	SW1	CVS-02TB	Copal Electronics Inc	开关, DIP, 滑动式, 2 位, 1mm, 6V	-40	85
系统主板	SW2	CVS-03TB	Copal Electronics Inc	开关, DIP, 滑动式, 3 位, 1mm, 6V	-40	85
系统主板	SW3	CVS-01TB	Copal Electronics Inc	开关, DIP, 滑动式, 1 位, 1mm, 6V	-40	85
系统主板	SW4	GT12MSCBE	C&K 比较器	开关, SPST, 鸥翼式	-30	85
系统主板	U4、U6、U12、U503、U505	PCMF2HDMI2SZ	Nexperia	共模扼流圈, 4 路, SMD, ESD	-40	85
系统主板	U504	TFP401AIPZPRQ1	德州仪器 (TI)	IC PanelBus DVI 接收器, 100-HTQFP	-40	85
LED 驱动器	SW1	G3T12AH-R	NKK 开关	开关、SPDT、28V、100mA	-30	85

系统主板和 LED 驱动器 PCB 的 UL 火焰等级最高为 130°C。

DLP5531-Q1 电子元件 EVM 不是量产设计。其仅用于评估目的。

1.2.3 驱动器要求

用于 LED 照明的 DLP5531-Q1 芯片组需要进行照明调制。此照明调制功能在微镜重置期间关闭光输出，从而提高系统的对比度。有关 DLP5531-Q1 电子元件 EVM 的系统时序规格，请参阅图 1-4。

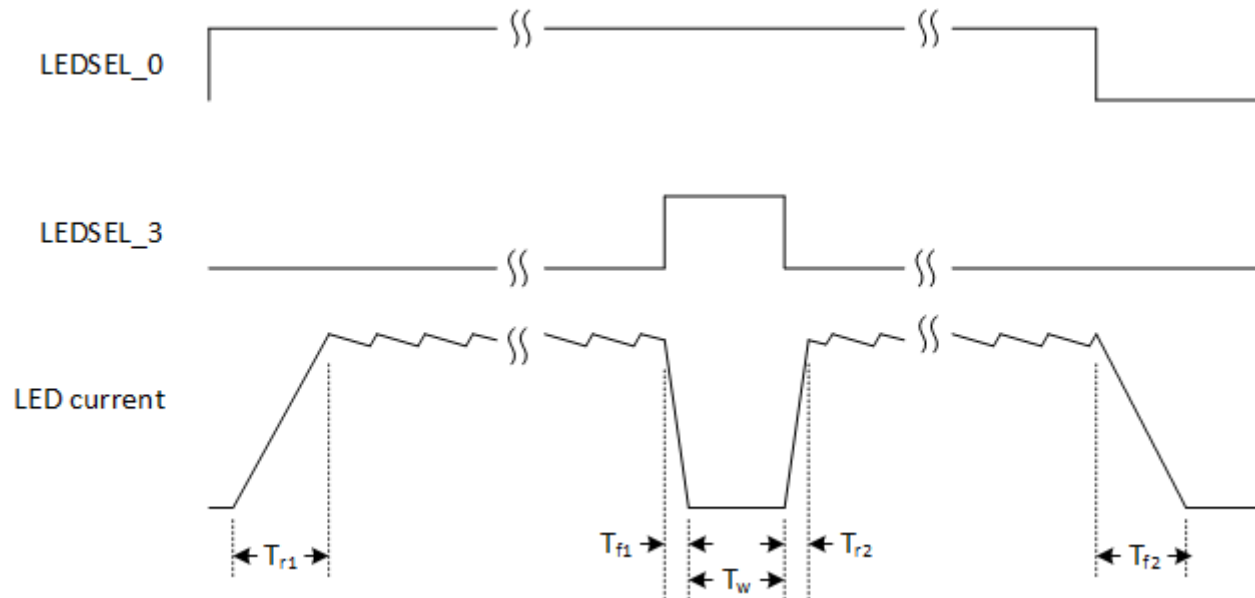


图 1-4. DLP5531-Q1 电子元件 EVM LED 驱动器板时序规格

时序规格如表 1-8 所示。

表 1-8. LED 驱动器板时序规格

参数	值
T_{r1} 、 T_{f2}	$<50\mu\text{s}$
T_{f1} 、 T_{r2}	$<2\mu\text{s}$
T_w	最小值 = $1\mu\text{s}$

1.2.4 视频规范

以下分辨率在扩展显示标识数据 (EDID) 中进行编程。某些视频源可能不支持所有分辨率。

- 1152 × 1152
- 1152 × 576
- 576 × 288

表 1-9 中指定了 EVM 的 EDID 中的输入源规范。

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

2 快速入门

按照以下说明设置 DLP5531-Q1 电子元件 EVM 和 PC。

2.1 套件组装说明

图 2-1 显示了所有连接的示意图。

1. 将前照灯驱动器接口电缆连接到系统主板 (J10) 和 LED 驱动器板 (J4)。
2. 将主机 SPI 电缆连接到系统主板 (J2) 和 Cheetah 适配器。将 Cheetah 适配器的 USB 电缆连接到 PC。
3. 将系统主板电源线连接到系统主板 (J11) 和 LED 驱动器板 (J1)。
4. 将 LED 电源线连接到任何 LED 驱动器板 LED 端口 (J7、J8、J9)。请注意，可以通过闪存设置禁用某些端口。默认情况下使用 LED 0 (J7)。
5. 将风扇电源线连接到任何 LED 驱动器板风扇端口 (J3、J5、J6)。确认 LED 驱动器板上的风扇开关 (SW1) 处于 ON 位置。
6. 将 Micro HDMI 电缆连接到系统主板 (J3)。将 Micro HDMI 电缆连接到 PC HDMI 端口。
7. 将电源输入电缆连接到 LED 驱动器板 (J2)。

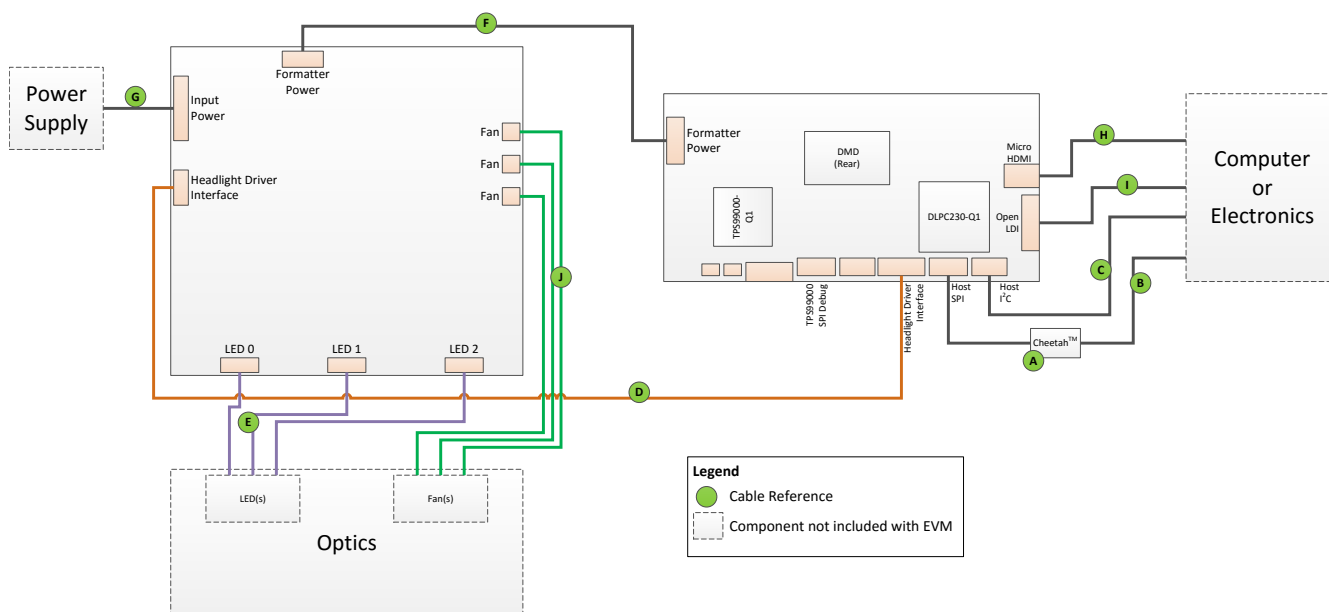


图 2-1. 线缆连接

2.2 上电

1. 将输入电源线连接到满足节 1.2 中定义的输入电源规格的电源。V+ 端使用红色线缆，V- 端使用黑色线缆。
2. 打开电源。上电后，系统主板 LED 指示灯 (D6) 应亮绿色。
3. 开启 PROJ_ON 开关 (SW4)。ON 位置朝向系统主板边缘，OFF 位置朝向 DMD。系统主板 LED 指示灯 (D7) 应亮绿色。

2.2.1 软件设置

1. 下载 DLPC230-Q1 Control Program 并进行安装 (<https://www.ti.com/mysecuresoftware>)。
2. 安装 Total Phase Cheetah USB 适配器 (<http://www.totalphase.com/products/usb-drivers/windows>)。
3. 使用 DLPC230-Q1 Control Program 通过 Cheetah USB 转 SPI 适配器连接到系统并打开系统。
4. 要连接系统，将 DLPC230-Q1 Host 设置为 SPI 并从下拉菜单中选择 Cheetah。

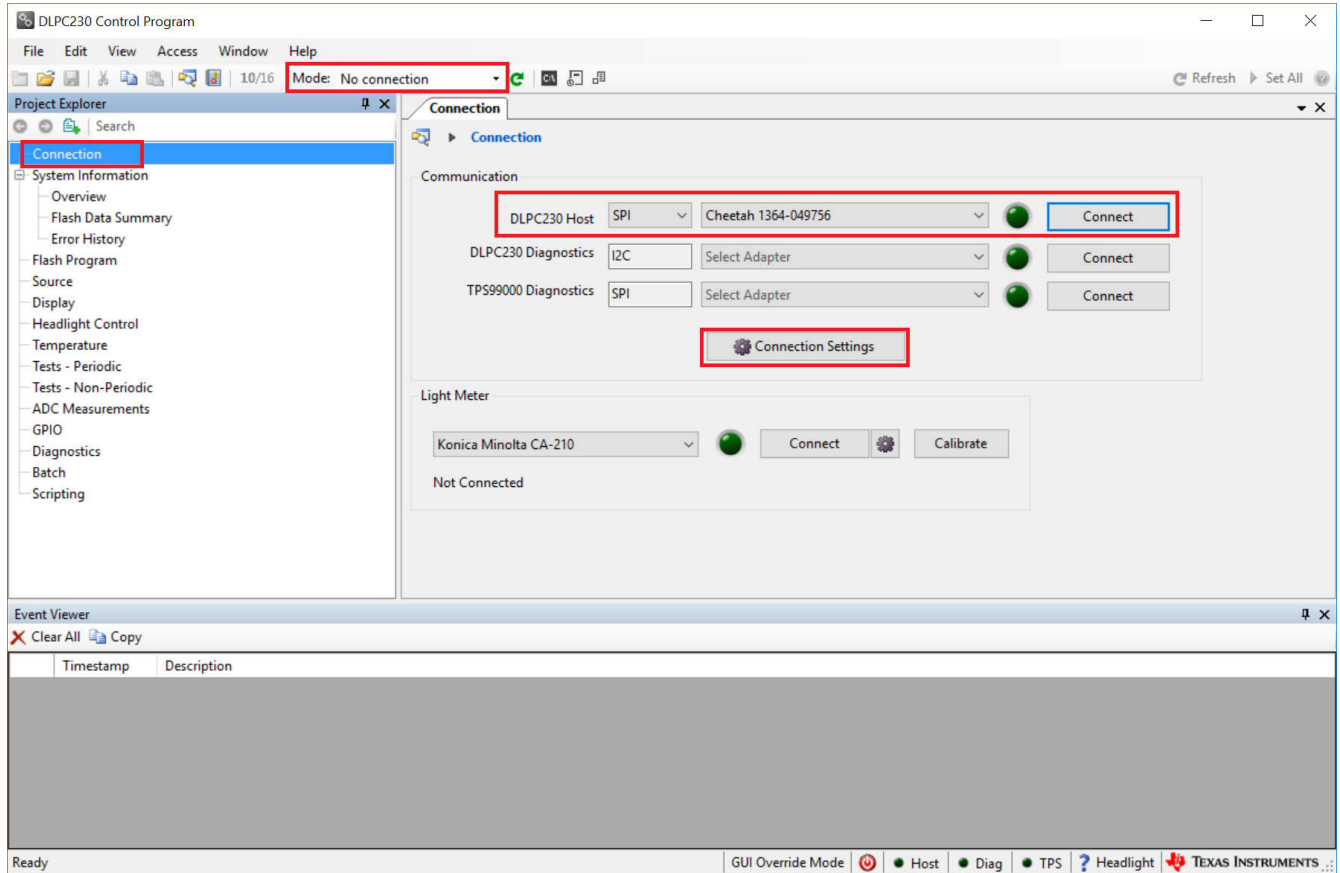


图 2-2. 使用 DLPC230-Q1 Automotive Control Program #1 连接到 DLPC230-Q1 器件

5. 选择“Connection Settings”以确认 SPI 配置与表 1-2 中所述的系统主板开关设置相匹配。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”。

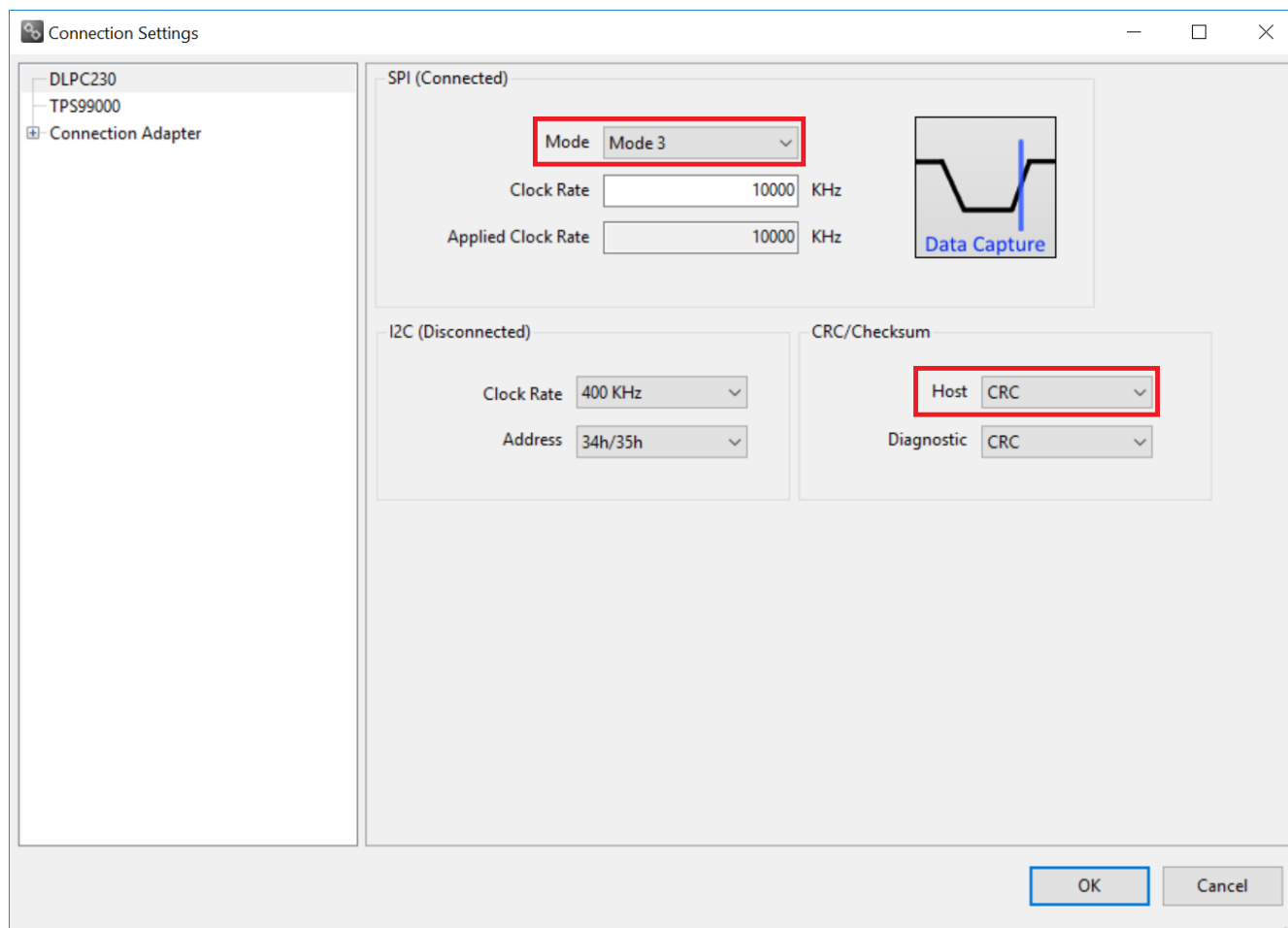


图 2-3. 使用 DLPC230-Q1 Automotive Control Program #2 连接到 DLPC230-Q1 器件

6. 点击 Connect 按钮。绿色圆圈应亮起，表示已成功连接 Cheetah 适配器。

3 LED 驱动器

节 1.2 定义了 LED 驱动器负载规格。

可以通过 DLPC230-Q1 的 PWM 输出控制 LED 亮度。使用 DLPC230-Q1 Automotive Control Program “Headlight Control” 选项卡、PWM 滚动条 (PWM0、PWM1 和 PWM2) 控制流经每个 LED 驱动器通道的电流。请注意，在某些 LED 配置中，PWM 控制可能超过某些 LED 的最大电流规格。表 3-1 为常用电流电平提供从 PWM 电平到驱动电流的基准转换。

表 3-1. LED PWM 驱动电流转换基准

PWM 电平	驱动电流 (A)
0	请参阅 (1)
256	2
512	4
768	6
1024	8

(1) 一部分电流将继续流经 PWM 电平为 0 的 LED，且光输出仍然可见。要完全消除 LED 电流，必须将系统设置为待机模式。

4 光学元件和机械装置

DLP5531-Q1 电子元件 EVM 中不包含光学元件和机械装置。

该 EVM 包括散热器和散热焊盘，它们连接到 LED 驱动器板。建议使用 DMD 散热器，但 DLP5531-Q1 电子元件 EVM 中不包含该散热器。

5 闪存编程步骤

1. 使用已连接到 EVM 的 DLPC230-Q1 Automotive Control Program 导航到 “Flash Program” 选项卡。
2. 使用文件夹图标选择图像文件 (.bin) 并打开。
3. 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。

6 SPI 和 I²C 时序

有关 SPI 和 I²C 规格的更多信息，请参阅 DLPC230-Q1 数据表。

7 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 FEBRUARY 28, 2020 to NOVEMBER 30, 2025 (from Revision A (February 2020) to Revision B (November 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