

TI DLP®LightCrafter™ Display 2000 EVM 用户指南

DLP LightCrafter Display 2000 EVM 是一个低成本的平台，支持通过嵌入式主机处理器（例如 BeagleBone Black）使用 DLP 技术。这种小巧、紧凑的设计可以在超便携的应用中进行快速实施和 演示。

商标

DLP is a registered trademark of Texas Instruments.

1 DLP LightCrafter Display 2000 EVM 概述

本用户指南提供了 DLP LightCrafter Display 2000 评估模块 (EVM) 概述以及主要特性和功能的一般说明。本指南将介绍初级入门步骤，并详细说明系统功能、板载 LED 和主要连接器。本指南还提供了可用于评估该系统的配置。这样可以帮助用户成功开始使用他们的 DLP LightCrafter Display 2000 评估模块。

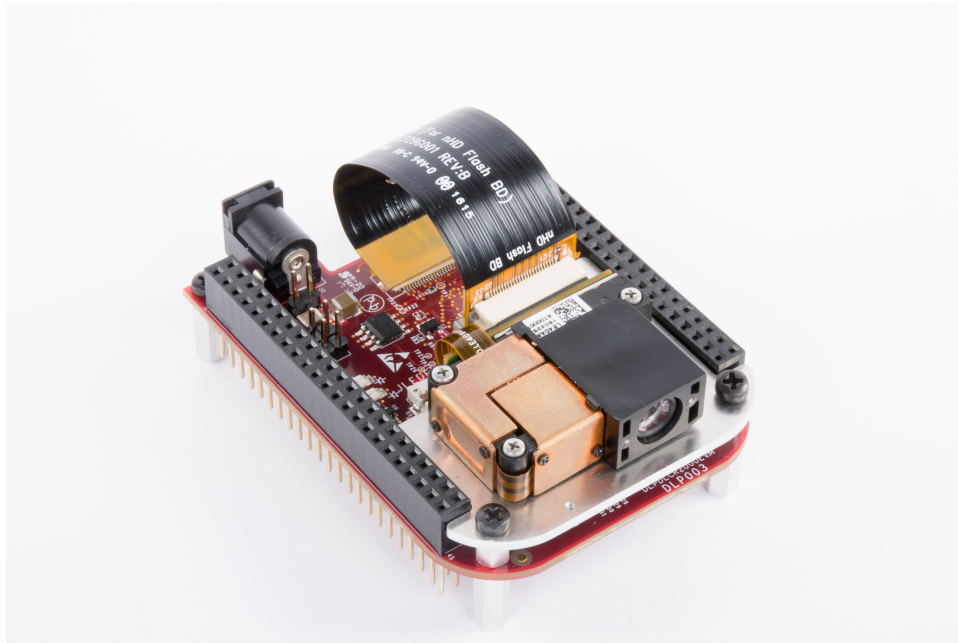


图 1. DLP LightCrafter Display 2000 EVM

2 快速入门指南

本快速入门假设存在出厂时的默认条件。

1. 确认光学引擎已正确连接到 DLP LightCrafter Display 2000 EVM。

- 将光学引擎连接器的“引脚 1”对准数字显微镜器件 (DMD) 数据柔性电缆（母头侧）的“引脚 1”。同样，将 DMD 数据柔性电缆（公头侧）的引脚 1 对准 DLP LightCrafter Display 2000 EVM（连接器 J1）。本指南提供的以下图像有助于将 EVM 与光学引擎正确组装在一起。



图 2.0.2 nHD 光学引擎柔性电缆连接器概述

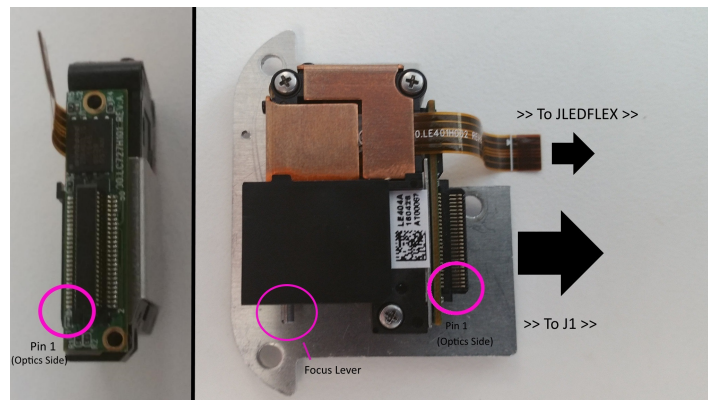


图 3.0.2 nHD 光学引擎连接概述

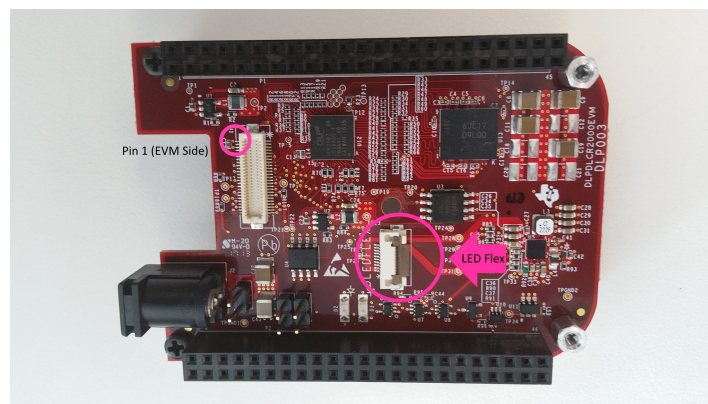


图 4.0.2 EVM 连接器概述

2. 接通 J2 连接器的外部直流 ITE 电源（5V 直流，3.0A），以便为 DLP LightCrafter Display 2000 EVM

加电。

- 使用可接受 50-60Hz、100-240V 交流输入并能够在最高 3A 输出电流条件下输出标称 5V 直流电流的交流/直流开关电源。为此，我们建议使用 TE20A0503F01 桌面墙式适配器（或等效设备）。直流电源插孔具有 2.5mm 内径和 5.5mm 外径。
 - 如果使用的主机处理器支持，该系统可以由所连接的主机供电。需要通过电路板上的插头 J3 供电和接地。请参阅相应主机处理器的用户指南，从而确定是否能够提供足够的电流以驱动 DLP LightCrafter Display 2000 EVM。建议为 EVM 提供至少 320mA 的电流，以使其能够在典型的亮度设置下运行。
3. 为 DLP LightCrafter Display 2000 EVM 加电之后，投影仪会显示一个 DLP LightCrafter Display 启动界面。请参阅图 5 中的示例：



图 5. EVM 启动界面

4. 可以使用光学引擎上的焦点开关调整图像的焦点。

从这一点开始，需要（通过 BeagleBone Black 等主机处理器）为该系统提供视频源，并通过附带的 I²C 总线向该系统发出指令。随后的几节提供了执行此操作的方法。

2.1 使用主机处理器时的用法

当通过主机处理器来控制该系统时，所选的主机必须拥有必要的 GPIO 引脚，以便将输入推送到 EVM。可以使用自定义的视频和 I²C 输出驱动器来实现这一点。对于 BeagleBone Black，提供了一个与 DLP LightCrafter Display 2000 EVM 配合使用的软件驱动器，以使 BeagleBone Black 的引脚匹配 EVM I/O 端口的尺寸。此驱动器还能够与 BeagleBone Green 配合使用。为了举例说明，本指南假设用户与 BeagleBone Black 对接。

首先，必须在电路板上安装适当的操作系统映像。应当安装专为 BeagleBone 设计的最新 Debian 映像，以访问专为 BeagleBone Black 设计的最新 EVM 驱动器。如需有关此步骤的帮助，请登录 <http://beagleboard.org/getting-started> 参阅入门页面。TI 建议使用 Debian Jessie（8.9 版），以确保不会出现 EVM 兼容性问题。

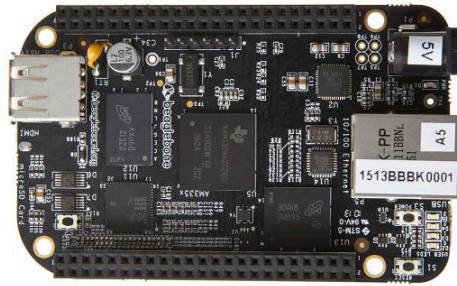


图 6. BeagleBone Black 主机处理器

安装了与 BeagleBone 兼容的 Debian 映像之后，必须在主机处理器与用户之间建立一个接口。可以通过两种方法实现这一目的：

- 带 USB 键盘和鼠标接口的板载迷你 HDMI 视频输出
- 通过 SSH 终端应用程序（例如面向 Windows 用户的 PuTTY）建立的远程连接

建议使用具有灵活性和易用性的远程 SSH 连接。在继续之前，请从创建者的网站 <http://www.putty.org/> 下载 PuTTY（或者参阅您的首选 SSH 终端应用程序）。此网站中包含的文档链接提供了有关如何使用 PuTTY 的更多详细信息。⁽¹⁾

正确设置系统之后，BeagleBone Black 将在启动时与 DLP LightCrafter Display 2000 EVM 上的 EEPROM 通信。这会命令 BeagleBone Black 加载适当的子卡（或 Cape）覆层，以配置主机处理器上的 GPIO 端口。加载了 Cape 覆层之后，主机处理器即可通过以下方式与 EVM 对接：

- （通过 RGB888 传输）并行 I/F 视频数据
- （通过 I²C 命令）发出 I²C 命令
- （通过 PROJ_ON_EXT）启用/禁用 EVM

BeagleBone Black 支持脚本中提供了有关如何将这功能与 DLP LightCrafter Display 2000 EVM 配合使用的支持，可以在 `opt/scripts` 目录中找到并从终端命令行中执行这些支持脚本。在“示例应用”一节（4 节）中可以找到有关这方面的更多信息。要访问 BeagleBone Black 终端，请遵循 http://elinux.org/Beagleboard:Terminal_Shells 上的联网访问指南。

可以使用上述 shell 脚本发出 I²C 命令，也可以手动使用 I²C 终端命令 `i2cdetect`、`i2cget` 和 `i2cset` 来发出这些命令。这些命令利用板载 I²C 总线与连接到主机处理器的外设进行通信。http://elinux.org/Interfacing_with_I2C_Devices 中说明了这些命令的使用方法。要了解更多信息，也可以在 Linux 中利用 `man` 命令来访问 `i2cdetect`、`i2cget` 和 `i2cset` 的内部手册。请参考图 7 和图 8，以获得这些命令在与 BeagleBone Black 对接的 Linux ssh 终端内的示例用法。DLPC2607 通常位于地址 0x1b，EEPROM 通常位于地址 0x54、0x55、0x56 或 0x57，具体情况取决于 EVM 上的跳线 J4（1 位地址）和 J5（0 位地址）的配置。默认情况下，EEPROM 器件地址为 0x54。

⁽¹⁾ PuTTY 属于第三方内容（“第三方内容”）。第三方内容不受 TI 控制，TI 对此类内容或者对此类内容进行的任何更改或更新不承担任何责任。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。使用第三方网站、功能和工具时，需要遵守此类网站和服务的相应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。


```

debian@beaglebone:~$ i2cdetect -r -y 2
   0  1  2  3  4  5  6  7  8  9  a  b  c  d  e  f
00:  --  --  --  --  --  --  --  --  --  --  --  --  --  --  --  --
10:  --  --  --  --  --  --  --  --  --  --  1b  --  --  --  --  --
20:  --  --  --  --  --  --  --  --  --  --  --  --  --  --  --  --
30:  --  --  --  --  --  --  --  --  --  --  --  --  --  --  --  --
40:  --  --  --  --  --  --  --  --  --  --  --  --  --  --  --  --
50:  --  --  --  --  UU  UU  UU  UU  --  --  --  --  --  --  --  --
60:  --  --  --  --  --  --  --  --  --  --  --  --  --  --  --  --
70:  --  --  --  --  --  --  --  --  --  --  --  --  --  --  --  --
debian@beaglebone:~$ █
    
```

图 7. (Bash 中的) i2cdetect 示例用法

```

debian@beaglebone:~$ i2cset -y 2 0x1b 0x0b 0x00 0x00 0x00 0x00 i
debian@beaglebone:~$ i2cset -y 2 0x1b 0x0c 0x00 0x00 0x00 0x1b i
    
```



I2C Bus #	Device Address	Device Register	Data	Mode
2	0x1b	0x0b	0x00 0x00 0x00 0x00	i
2	0x1b	0x0c	0x00 0x00 0x00 0x1b	i

图 8. (Bash 中的) i2cset 示例用法

2.2 不使用主机处理器时的用法

要在不使用主机处理器的情况下控制该系统，需要利用外部 I²C 驱动器来发出命令以控制该系统。在这种情况下，可以采用 USB-I²C 兼容软件狗来支持 PC 与 DLP LightCrafter Display 2000 EVM 之间的通信。当选择使用这种方法与该系统互动时，请参阅您的特定软件狗的文档，以获得有关如何设置系统的帮助。连接并设置之后，请参阅《DLPC2607 软件开发人员指南》(DLPU013)，以获得有关如何向该系统发出命令的帮助。

3 DLP LightCrafter Display 2000 EVM 中包含哪些内容?

DLP LightCrafter Display 2000 EVM 由两个子系统组成:

- 光源引擎: 包括光学器件、640 × 360 (nHD) DLP2000 DMD 以及红色、绿色和蓝色 LED。具有出厂默认值为 320mA (大约 20 流明) 的开箱即用型 LED 电流驱动器。
- 驱动器板: 包括 DLP 芯片组, 此芯片组带有 DLPC2607 显示控制器和 DLPA1000 PMIC/LED 驱动器。单独提供了四个支柱, 用于将此板固定到 BeagleBone Black 上。

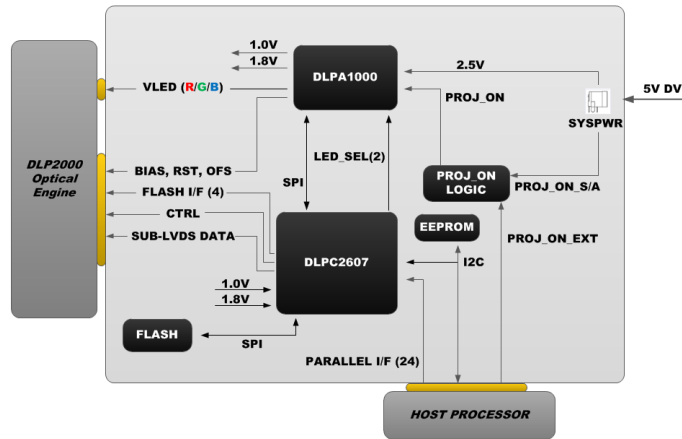


图 9. DLP LightCrafter Display 2000 EVM 方框图

光源引擎固定在驱动器板顶部的一块机械板上。可以拆下用于将此机械板固定在该系统上的支柱, 以留出连接主机处理器的空间。该系统可以使用主机处理器来运行, 也可以使用连接到插头端口 P1 和 P2 的任何 I²C 驱动器来独立运行。

状态 LED D2 和 D3 会分别表明 HOST_IRQ 和 PROJ_ON 的状态。当该系统完成引导序列之后, HOST_IRQ 将变为低电平, PROJ_ON 会表明 EVM 投影仪的运行状态。有关更多信息, 请查看 DLPC2607 数据表 (DLPS030)。

该系统拥有一个可以加载新固件的板载可重写闪存单元以及一个板载 EEPROM。可以将此 EEPROM 与主机处理器相结合并作为一个引导 ID 芯片使用。这样, 主机处理器即可将 DLP LightCrafter Display 2000 EVM 视为一个 Cape, 并在引导时自动加载适当的设备驱动程序。可以利用 EVM 上提供的引脚 J4 (1 位地址) 和 J5 (0 位地址) 来管理此 EEPROM 的寻址配置。

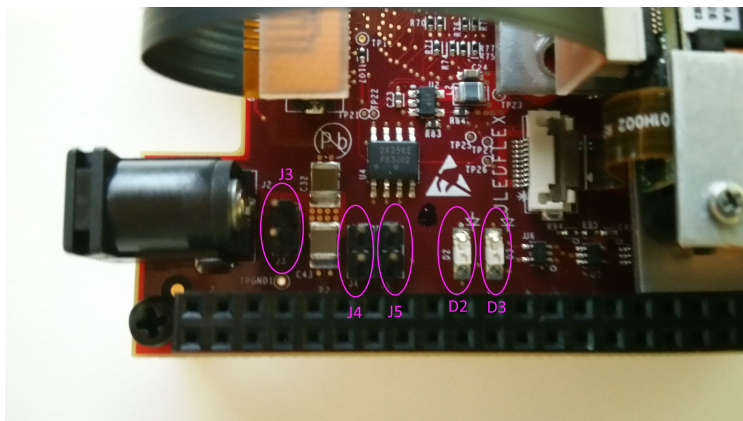


图 10. EVM 插头和 LED

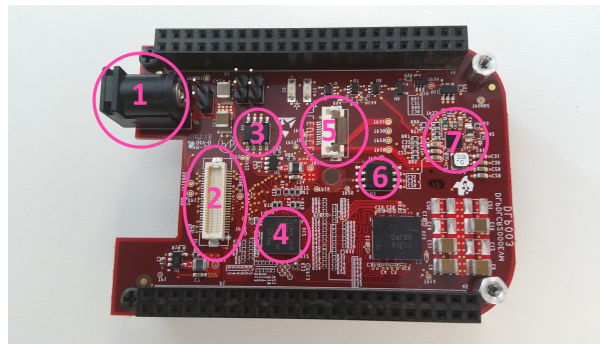


图 11. DLP LightCrafter Display 2000 EVM 组件图

表 1. DLP LightCrafter Display 2000 EVM 组件图

物品编号	组件
1	5V、3A 直流电源插孔连接器
2	DMD 数据连接器
3	器件 ID EEPROM
4	DLPC2607 控制器
5	DMD LED 连接器
6	DLPC2607 闪存
7	DLPA1000 PMIC/LED 驱动器

3.1 光学光源引擎概述

EVM 中的光学引擎由 Young Optics Incorporated 开发并制造。

光源引擎包含以下组件：

- 0.2 英寸 nHD DMD (DLP2000)
- OSRAM 红色、绿色和蓝色 LED - LE BA Q6WM 和 LCG H9RM
- DMD 柔性电缆，用于将光源引擎与 DLPC2607 对接
- LED 柔性电缆，用于将 LED 与 DLPA1000 对接

表 2. 光学引擎规格

参数	最小值	典型值	最大值	单位
亮度		20	30 ⁽¹⁾	lm
LED 电流	100	320	500	mA
亮度均匀性	75%			
投射比		1.6		
偏移		100%		
焦点范围	10		60	英寸
图像对角线尺寸	10		60	英寸

⁽¹⁾ 可以利用最高电流设置将 DLPDLCR2000EVM 光学引擎驱动到 30 流明，但也会导致工作温度升高。当在典型工作条件以外运行时，建议用户为该系统添加散热器，以便能够保持相同的设备温度。

图 12 中显示了光学引擎的尺寸:

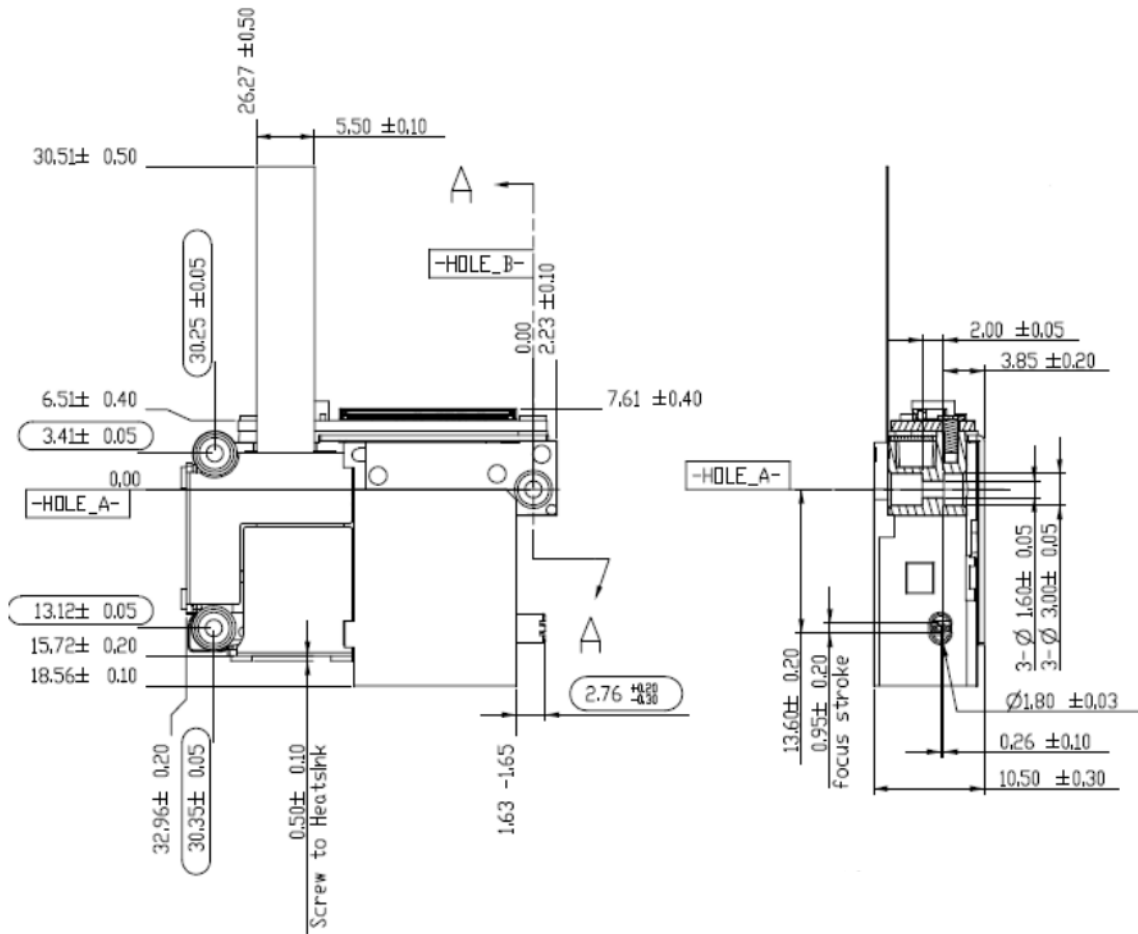


图 12. 光学引擎的尺寸

3.2 外部接口概述

此 EVM 利用两个分别名为 P1 和 P2 的 GPIO 连接器与外界通信。这两个连接器可以与以下来源对接：

- 并行视频驱动器（使用适配器板）
- 主机处理器（通过直接 GPIO）

可以与此器件配合使用的主机处理器的一些示例包括 BeagleBone Black 和 Raspberry Pi。可以在图 13 中找到这两个连接器端口上的引脚的分解图。

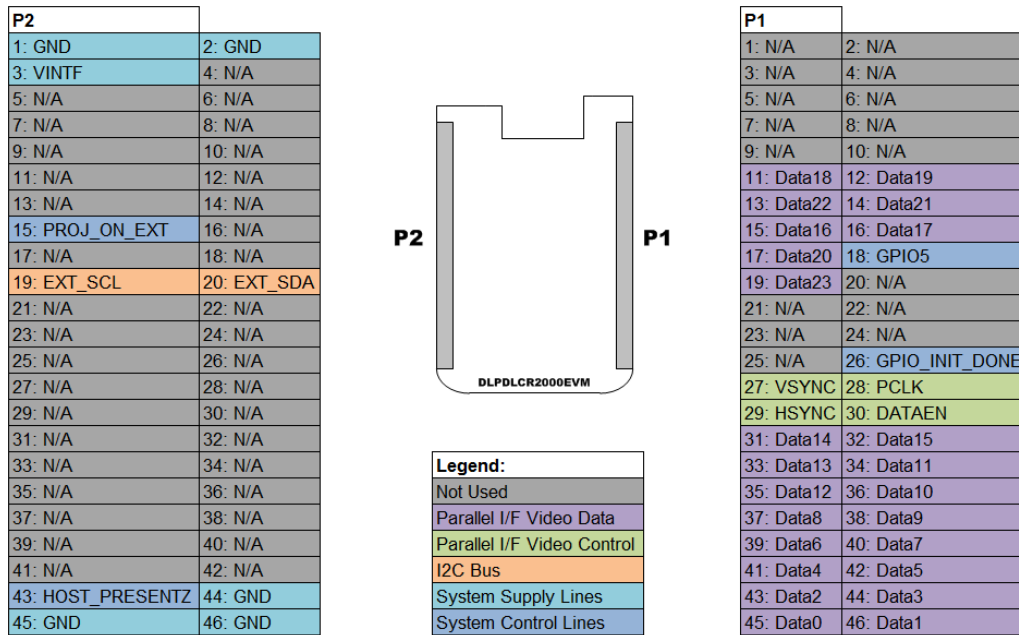


图 13. EVM 引脚排列图

4 示例应用

一种快速、简单的 DLP LightCrafter Display 2000 EVM 评估方法是利用 Debian 中提供的视频播放器播放示例视频。完成快速入门设置之后，应使用 FileZilla (<https://filezilla-project.org/>) 或类似的 FTP 应用程序访问 BeagleBone Black 并上传兼容的 .mp4 视频。如果该系统无法将 DLP LightCrafter Display 2000 EVM 作为一个输出监控器加载，可以发出以下命令，以便将该系统配置为具有适当 nHD 分辨率的外部视频模式：

```
i2cset -y 2 0x1b 0x0b 0x00 0x00 0x00 0x00 i
i2cset -y 2 0x1b 0x0c 0x00 0x00 0x00 0x1b i
```

要播放视频，需要使用 Mplayer 或 VLC 等软件，可以在终端中使用 apt-get 获取此类软件（使用 man apt-get 可以查看如何使用 apt-get 包管理器）。在终端中，用户应执行以下命令：

1. 当现有的桌面为 0 时
 - a. export DISPLAY=:0
 - b. mplayer <文件> 或 vlc :0 <文件>
2. 如果没有创建任何 fb，则生成一个新的 x 作为 2
 - a. xinit -- :2
 - b. mplayer -vo x11 <文件> 或 vlc -x11-display :2 <文件>

要自动执行此过程，我们可以采用 BeagleBone Black 操作系统中提供的示例脚本：要找到这些脚本，请导航到目录 /opt/scripts/device/bone/capes/DLPDLR2000/，并按照那里的 README.txt 文件中的说明安装 dlp_lightcrafter-1.0.19.tar 压缩包。安装之后，导航回到 DLPDLR2000 目录并调用 Python，以便在该系统上运行脚本。例如：

1. cd /opt/scripts/device/bone/capes/DLPDLR2000/
2. export DISPLAY=:0
3. python MplayerTest.py

5 疑难解答

如果在使用 DLP LightCrafter Display 2000 EVM 时遇到任何难题，以下提示可以帮助您解决常见或已知问题：

- 当使用复合命令 0xC5 读取系统温度寄存器时，该系统可能会为首次读取返回一个错误的值。发生这种情况时，请向 DLPC2607 发出第二个读取命令，这样即可收到正确的温度值。
- 当尝试向 DLPC2607 发送一个无效的命令时，即使错误标志应当增大，命令错误标志也可能显示为 0。这是一个已知问题。
- 如果 DLP LightCrafter Display 2000 EVM 连接到 BeagleBone Black，请确保这两个器件都已加电，以便能够正常运行。如果没有为 BeagleBone Black 加电，即使已经为 DLP LightCrafter Display 2000 EVM 加电，它也可能无法引导。

6 其他文档

以下文档适用于 DLP LightCrafter Display 2000 EVM 并可以从 www.ti.com 获得。

- DLP2000 (0.2 nHD) DMD 数据表 ([DLPS078](#))
- DLPC2607 DLP PICO 处理器 2607 ASIC 数据表 ([DLPS030](#))
- 《DLPC2607 软件开发人员指南》([DLPU013](#))

要获得帮助，请参阅 [DLP](#) 和 [MEMS TI E2E™](#) 社区支持论坛。

修订历史记录

注：之前版本的页码可能与当前版本有所不同。

Changes from B Revision (September 2017) to C Revision	Page
• 在2.1节中，添加了注释，以便为 DLPDLCR2000EVM 推荐具体的 Debian Distro	4
• 在4节（“示例应用”）中，更正了目录结构列表中的一个拼写错误	11

Changes from A Revision (August 2017) to B Revision**Page**

- 删除了文本中指向特定零售商的链接..... **4**
-

Changes from Original (July 2017) to A Revision	Page
• 更新了图 3 (0.2 nHD 光学引擎连接概述), 以阐明聚焦杆的位置	3
• 在2.1 节 (“使用主机处理器时的用法”) 中添加了对4 节 (“示例应用”) 的参考	5
• 添加了图 10 (“EVM 插头和 LED”)	7
• 在4 节 (“示例应用”) 中, 添加了有关如何自动化示例播放过程的说明	11

重要声明和免责声明

TI 均以“原样”提供技术性 & 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，不保证其中不含任何瑕疵，且不做任何明示或暗示的担保，包括但不限于对适销性、适合某特定用途或不侵犯任何第三方知识产权的暗示担保。

所述资源可供专业开发人员应用 TI 产品进行设计使用。您将对以下行为独自承担全部责任：(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、安保或其他要求。所述资源如有变更，恕不另行通知。TI 对您使用所述资源的授权仅限于开发资源所涉及 TI 产品的相关应用。除此之外不得复制或展示所述资源，也不提供其它 TI 或任何第三方的知识产权授权许可。如因使用所述资源而产生任何索赔、赔偿、成本、损失及债务等，TI 对此概不负责，并且您须赔偿由此对 TI 及其代表造成的损害。

TI 所提供产品均受 TI 的销售条款 (<http://www.ti.com.cn/zh-cn/legal/termsofsale.html>) 以及 [ti.com.cn](http://www.ti.com.cn) 上或随附 TI 产品提供的其他可适用条款的约束。TI 提供所述资源并不扩展或以其他方式更改 TI 针对 TI 产品所发布的可适用的担保范围或担保免责声明。

邮寄地址：上海市浦东新区世纪大道 1568 号中建大厦 32 楼，邮政编码：200122
Copyright © 2020 德州仪器半导体技术（上海）有限公司

重要声明和免责声明

TI 均以“原样”提供技术性 & 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，不保证其中不含任何瑕疵，且不做任何明示或暗示的担保，包括但不限于对适销性、适合某特定用途或不侵犯任何第三方知识产权的暗示担保。

所述资源可供专业开发人员应用 TI 产品进行设计使用。您将对以下行为独自承担全部责任：(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、安保或其他要求。所述资源如有变更，恕不另行通知。TI 对您使用所述资源的授权仅限于开发资源所涉及 TI 产品的相关应用。除此之外不得复制或展示所述资源，也不提供其它 TI 或任何第三方的知识产权授权许可。如因使用所述资源而产生任何索赔、赔偿、成本、损失及债务等，TI 对此概不负责，并且您须赔偿由此对 TI 及其代表造成的损害。

TI 所提供产品均受 TI 的销售条款 (<http://www.ti.com.cn/zh-cn/legal/termsofsale.html>) 以及 [ti.com.cn](http://www.ti.com.cn) 上或随附 TI 产品提供的其他可适用条款的约束。TI 提供所述资源并不扩展或以其他方式更改 TI 针对 TI 产品所发布的可适用的担保范围或担保免责声明。

邮寄地址：上海市浦东新区世纪大道 1568 号中建大厦 32 楼，邮政编码：200122

Copyright © 2020 德州仪器半导体技术（上海）有限公司