

将 DLP Pico 2.0 套件用于结构光应用

摘要

“结构光”这个术语一般指的是将一个已知的像素图案投射到某个场景或者物体上，通常采用的是投影机、激光扫描仪或基于激光干涉的条纹生成系统。当与一个同步相机相组合时，结构光投影机能够实现许多有趣的应用，包括：高度准确的 3D 表面扫描、动态场景照明、失真校正、多种类型的高级人/机接口、以及更多的新颖和令人兴奋的应用。

自上个世纪 90 年代中期（当时，低成本 / 高质量数字投影机刚刚开始广泛普及）以来，结构光以及更加普通的投影机 / 相机应用门类成为了高校和行业研究机构的温床（如欲了解一些具体实例，可访问 www.procams.org 网站）。长期以来，DLP 投影机一直是结构光投影的首选工具，其凭借的是无可比拟的像素清晰度、对比度和其他适合投影机 / 相机系统的关键品质因数。最近，TI 对其广受欢迎且十分普及的 DLP Pico 开发套件（常被称为“Pico Kit 2.0”）实施了几项改进。其中最突出的是专为增强结构光应用性能而特别设计的新操作模式。本文件将为您提供在您的应用之中利用这些新型结构光模式所需的信息。

目录

1	概述	3
2	新特性	3
3	外部图案示例	4
4	内部图案示例	14
5	结论	19

插图清单

1	辅助连接器	4
2	VGA 输入削减至 HVGA	5
3	120 Hz、8 位单色	7
4	180 Hz、7 位单色	8
5	1440 Hz、1 位单色	9
6	120 Hz、4 位（每种彩色 RGB）	10
7	240 Hz、2 位（每种彩色 RGB）	11
8	480 Hz、1 位（每种彩色 RGB）	12
9	相机同步输出定时要求	13
10	内部条纹图案示例	15
11	2400 Hz 显示模式定时细节	16
12	1200 Hz 显示模式定时细节	16
13	灰度编码图案细节	17
14	各种各样的图案细节	18

表格清单

1	显示模式	3
---	------------	---

目录

2	新型辅助连接器	4
3	外部图案结构光模式	6
4	有效的 LED 启用映射	13

1 概述

DLP Pico 套件以前的版本包含两种基本的操作模式：一种 60 Hz 视频 / 图形显示模式和一种 50 Hz 视频 / 图形显示模式。Pico 2.0 包含 12 种独立的显示模式，外加众多专为实现更好的投影机 / 相机同步、以高得多的帧速率显示结构光图案、以及实现从输入像素至输出光图案和光强之线性映射而设计的其他改进。

本应用文档通过两个例子阐释了将 Pico 2.0 套件用于结构化照明的过程：一个外部图案示例和一个内部条纹图案示例。在详细的步骤中包括了依据应用进行客户化设计的选项，以及对每个步骤之意图的说明。这两个示例为采用 Pico 2.0 套件进行实验室实验提供了一个有用的起点。在阅读本文件时，应参阅《DLP® Pico 编程指南》（TI 文献编号 [DLPU002](#)）和《DLP® Pico 投影机套件用户指南》（TI 文献编号 [DLPU003](#)）。

2 新特性

表 1 罗列了支持的显示模式（见《DLP Pico 芯片组编程指南》，TI 文献编号 [DLPU002](#)）。

表 1：显示模式			
标准视频 / 图形模式			
0	60 Hz	24 位 RGB	冷色（最大亮度）
1	60 Hz	24 位 RGB	暖色
2	50 Hz	24 位 RGB	冷色（最大亮度）
3	50 Hz	24 位 RGB	暖色
外部图案结构光模式			
4	120 Hz	8 位单色	仅限绿色
5	180 Hz	7 位单色	仅限绿色
6	1440 Hz	1 位单色	仅限绿色
7	120 Hz	12 位 RGB	红、绿和蓝色各为 4 位
8	240 Hz	6 位 RGB	红、绿和蓝色各为 2 位
9	480 Hz	3 位 RGB	红、绿和蓝色各为 1 位
内部条纹图案结构光模式			
10	1200 Hz	1 位单色	白色，包含多达 32 个内部生成垂直条纹图案的序列
11	2400 Hz	1 位单色	白色，包含多达 32 个内部生成垂直条纹图案的序列

以前的 Pico 套件 (Pico 1.0) 支持两种操作模式：60 Hz 和 50 Hz 视频 / 图形模式。Pico 2.0 套件在此基础上进行了扩展，在基本的视频 / 图形模式中提供了 2 种额外的选项，另外还增加了 8 种专为结构光应用量身打造的显示模式。

视频 / 图形模式利用了专用型 DLP 视频处理模块，这些模块基于会议室和家庭影院 DLP 投影机中常用的处理模块，可产生在视觉上令人赏心悦目的图像。不幸的是，这些处理步骤使得输入像素至屏幕上光脉冲的映射具有非线性、时变性和高复杂性。对于结构化照明应用，需要实现可预知、非时变和线性的输入至输出映射。Pico 2.0 套件中的新型结构光模式专为满足这一需求而设计。本应用报告第 3 节和第 4 节中给出了详细的定时信息。

此外，新型结构光模式还提供一个输出同步信号，该信号可用于触发相机或提供处理器中断。利用投影机的输出光对该信号进行精确的定时，因而与那些完全依赖视频垂直同步来实现对准的系统实施方案相比，延迟和抖动有所减少。

这些新的同步信号由 Pico 2.0 套件上的一个新型连接器负责提供。这个新型连接器接口的细节示于图 1 和表 2。

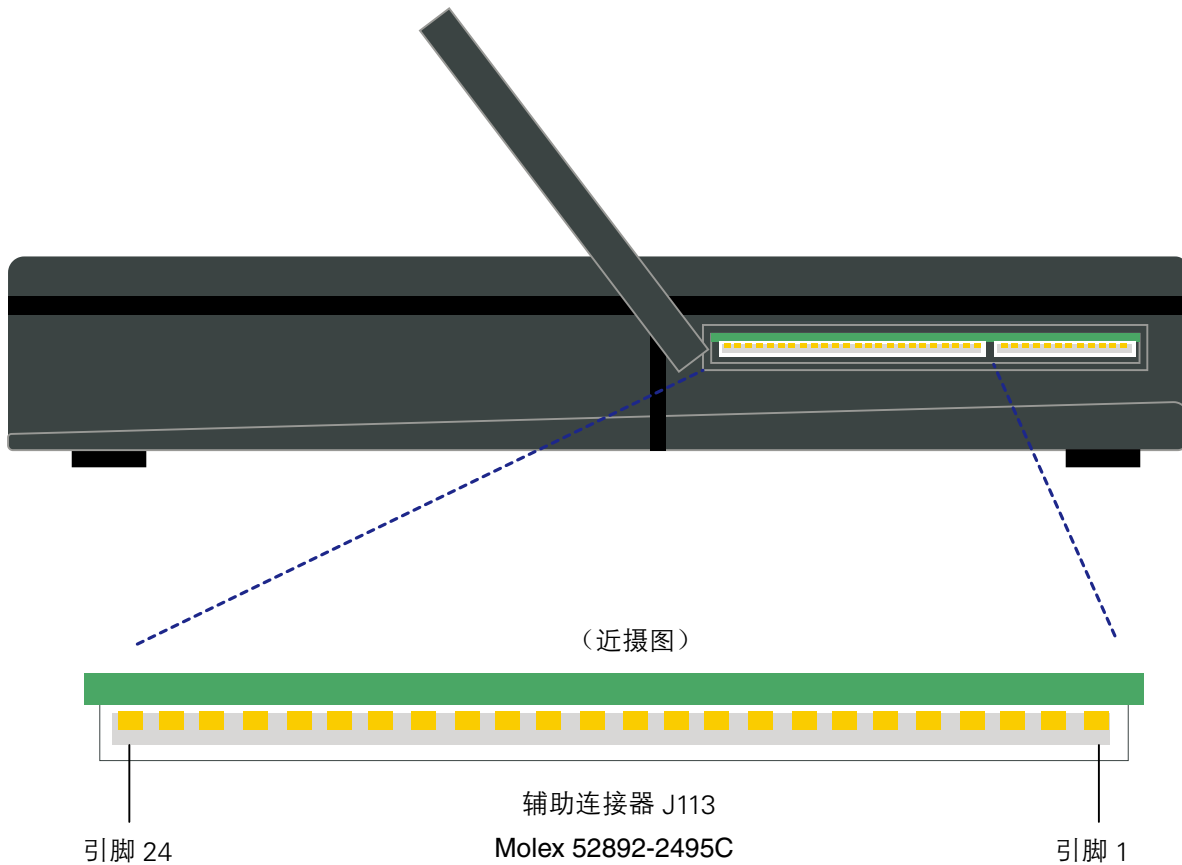


图 1：辅助连接器

表 2：新型辅助连接器 (1)

引脚	信号	引脚	信号	引脚	信号
1	接地	9	保留 (RESERVED)	17	AUXSYNC1
2	保留 (RESERVED)	10	保留 (RESERVED)	18	地
3	保留 (RESERVED)	11	保留 (RESERVED)	19	AUXSYNC2
4	保留 (RESERVED)	12	保留 (RESERVED)	20	AUXSYNC3
5	保留 (RESERVED)	13	接地	21	AUXSYNC4
6	保留 (RESERVED)	14	PWRONZ ⁽²⁾	22	AX_SDA ⁽³⁾
7	保留 (RESERVED)	15	保留 (RESERVED)	23	AX_SEL ⁽³⁾
8	保留 (RESERVED)	16	AUXSYNC0 ⁽⁴⁾	24	接地

(1) 被列为“RESERVED”的信号必须浮置，否则有可能导致图像损坏。

(2) PWRONZ 是一个用于投影机的通 / 断转换输入。其执行的功能与投影机上的按钮相同。如果不用，则将其浮置。

(3) AX_SDA 和 AX_SCL 形成了一个辅助 I²C 端口（除了 HDMI 接口上的 I²C 端口之外）。其使用需要借助外部上拉电阻。否则，在不用的情况下这两个信号均应浮置。任一个 I²C 接口可用于向投影机传送信息。如果连接了一个 HDMI 信号源，则应谨慎地确保在 EDID PROM 读取期间不要在辅助 I²C 总线上发布命令。

(4) AUXSYNC(4:0) 信号是实时显示定时脉冲选通器输出。将所有未用的信号浮置。

注：AUXSYNC0 是一个 3.3 V 输出，而其他的 AUXSYNC[1:4] 信号则为 1.8 V 输出。

3 外部图案示例

下面的命令序列将把 Pico 套件设置为一种外部结构光图案模式。

1. 选择“并行 RGB (Parallel RGB)”输入信号源：

- I²C 子地址 x04，数据 x00000000

设定“输入分辨率 (Input Resolution)”至“VGA 风景 (VGA Landscape)”：

- I²C 子地址 x05，数据 x00000007

该模式将 VGA 输入帧的左上角不加缩放地传递至投影机输出。许多 PC 都不支持低于 VGA 分辨率的输出。图 2 示出了 VGA 输入帧之内的 480 x 320 活动图案位置。必须将具有完整 VGA 分辨率的图像提供至投影机，但将只显示 HVGA 部分，如图 2 所示。

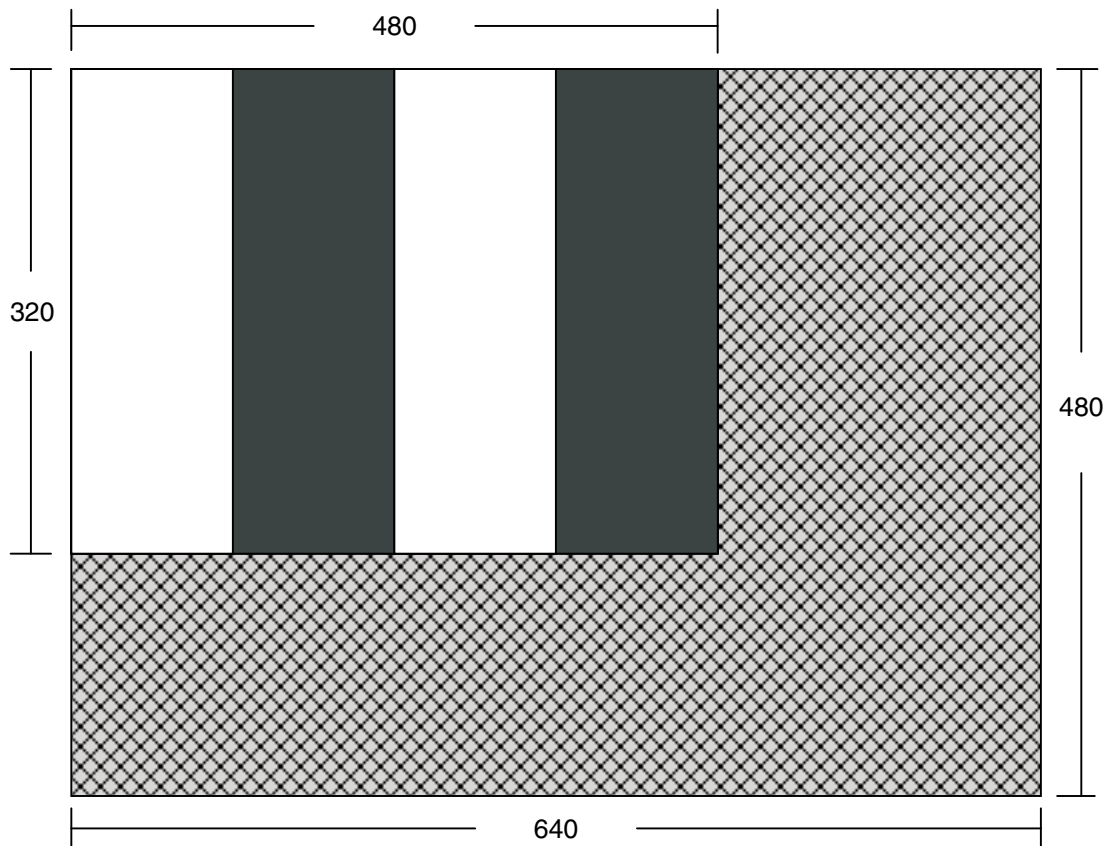


图 2: VGA 输入削减至 HVGA

2. 选择外部垂直同步信号源：

- I²C 子地址 x24，数据 x00000001

3. 减小 LED 电流以避免潜在的 LED 性能下降：

设定电流至大约 350 mA（非选通），从 650 mA 下降（采用标准的 60/50 Hz 显示模式时选通到低至约 325 mA）

- I²C 子地址 x0E，数据 x00000287，红色
- I²C 子地址 x0F，数据 x00000287，绿色
- I²C 子地址 x10，数据 x00000287，蓝色

警告

请注意：当采用单色 — 100% 占空比 — 显示模式时，如上所示减小 LED 电流对于有源 LED 是必要的。LED 过流有可能导致器件性能劣化。

4. 禁用所有的非线性像素处理：
 - 自动增益控制关断 — I²C x82，数据 x00000006
 - 彩色坐标调整关断 — I²C x92，数据 x00000000
 - 视频 / 图形增强关断 — I²C x26，数据 x00000000
 - 非线性处理禁止 — I²C x62，数据 x00000000
5. 选择显示模式：
 - I²C 子地址 x1F，数据 (x4 ~ x9 用于外部图案，见表 3)

表 3：外部图案结构光模式

图案定时编号	图案定时说明	LED 占空比	基准
x4	120 Hz，仅限 8 位绿色	R0%，G100%，B0%	见图 3
x5	180 Hz，仅限 7 位绿色	R0%，G100%，B0%	见图 4
x6	1440 Hz，仅限 1 位绿色	R0%，G100%，B0%	见图 5
x7	120 Hz，每种彩色 4 位	R33%，G33%，B33%	见图 6
x8	240 Hz，每种彩色 2 位	R33%，G33%，B33%	见图 7
x9	480 Hz，每种彩色 1 位	R33%，G33%，B33%	见图 8

3.1 120 Hz、8 位单色

图 3 示出了系统输入和输出的定时。最上面的一行显示了至投影机的 RGB 数据输入，其通过 HDMI 端口输入。下一行显示了从投影机输出的光脉冲序列。例如，“B5”字段是与 HDMI 输入端口“blue(5)”相关联的脉冲，“R3”为 HDMI 输入“red(3)”，等等。采用该显示模式时，在输入端口位至对应的每像素光输出脉冲之间存在一种“一对一”映射 — 至单个光脉冲时隙的所有输入映射定义了每个光脉冲的显示时间。AUXSYNC3 输出是一个相机同步定时选通信号，其延迟与脉冲宽度均可调。该信号是投影机的一个输出，其通过本示例程序下一步所包含的 I²C 命令进行配置。

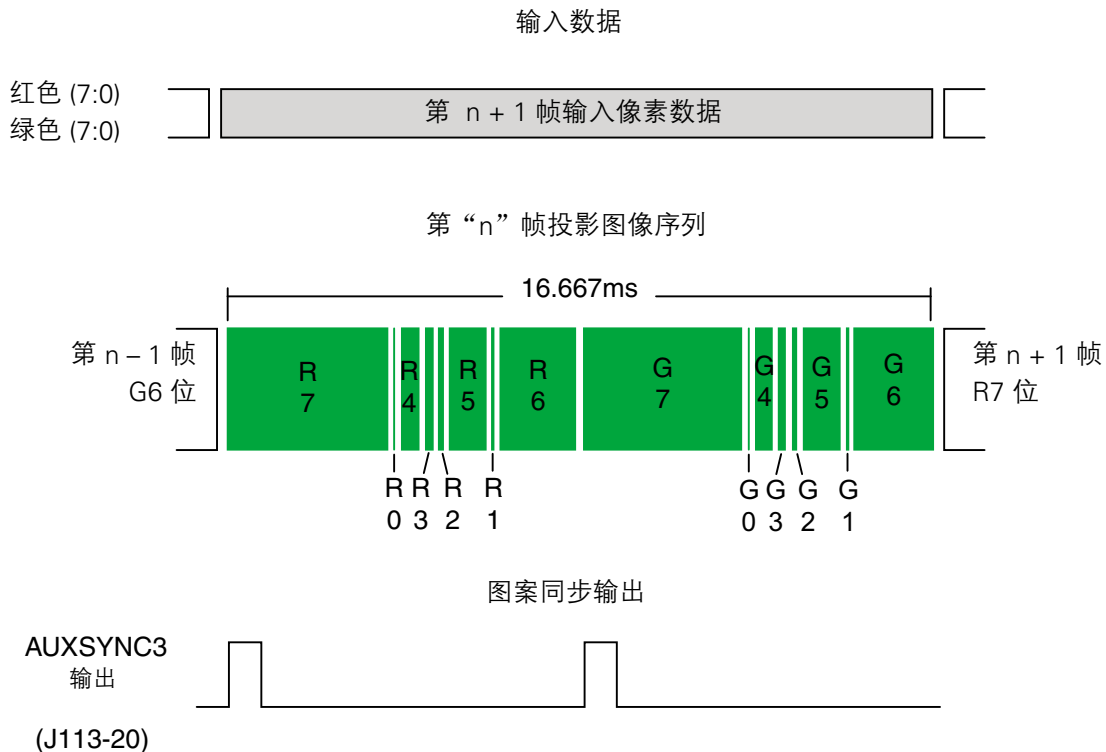


图 3: 120 Hz、8 位单色

输入端口	显示时间	输入端口	显示时间
red(7)	3.96 ms	green(7)	3.96 ms
red(6)	1.96 ms	green(6)	1.96 ms
red(5)	1.00 ms	green(5)	1.00 ms
red(4)	0.50 ms	green(4)	0.50 ms
red(3)	0.25 ms	green(3)	0.25 ms
red(2)	0.125 ms	green(2)	0.125 ms
red(1)	0.064 ms	green(1)	0.064 ms
red(0)	0.032 ms	green(0)	0.032 ms

3.2 180 Hz、7 位单色

图 4 示出了系统输入和输出的定时。最上面的一行显示了至投影机的 RGB 数据输入，其通过 HDMI 端口输入。下一行显示了从投影机输出的光脉冲序列。例如，“B5”字段是与 HDMI 输入端口“blue(5)”相关联的脉冲，“R3”为 HDMI 输入“red(3)”，等等。采用该显示模式时，在输入端口位至对应的每像素光输出脉冲之间存在一种“一对一”映射 — 至单个光脉冲时隙的所有输入映射（“分离位 [split bits]”除外，比如下面的“B7a”和“B7b”，这里，单个输入端口 — blue(7) — 映射至两个脉冲）定义了每个光脉冲的显示时间。AUXSYNC3 输出是一个相机同步定时选通信号，其延迟与脉冲宽度均可调。该信号是投影机的一个输出，其通过本示例程序下一步所包含的 I²C 命令进行配置。

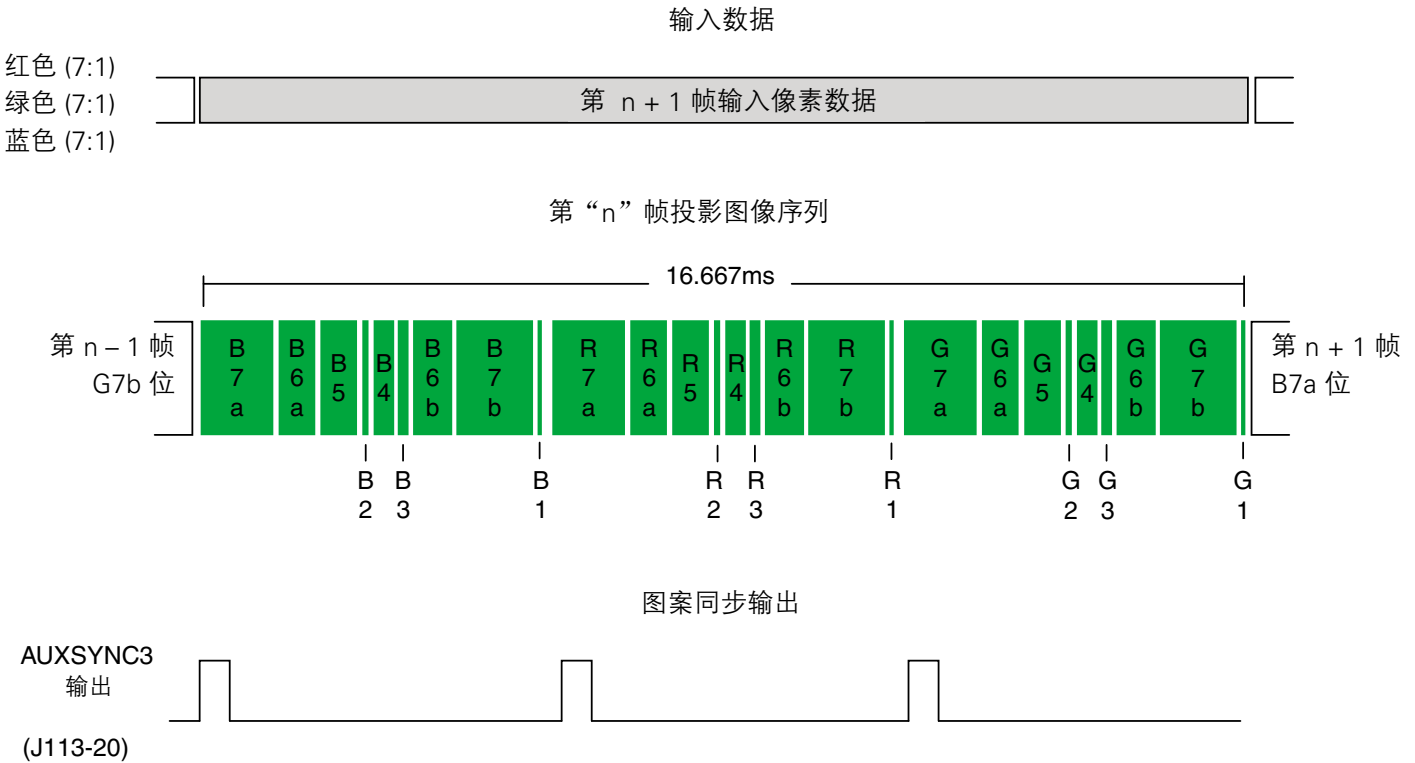


图 4: 180 Hz、7 位单色

输入端口	延迟时间	输入端口	延迟时间	输入端口	延迟时间
blue(7)	2*0.62 ms	red (7)	2*0.62 ms	green(7)	2*0.62 ms
blue(6)	2*1.24 ms	red (6)	2*1.24 ms	green(6)	2*1.24 ms
blue(5)	0.62 ms	red (5)	0.62 ms	green(5)	0.62 ms
blue(4)	0.31 ms	red (4)	0.31 ms	green(4)	0.31 ms
blue(3)	0.16 ms	red (3)	0.16 ms	green(3)	0.16 ms
blue(2)	0.08 ms	red (2)	0.08 ms	green(2)	0.08 ms
blue(1)	0.04 ms	red (1)	0.04 ms	green(1)	0.04 ms
blue(0)	n/a	red (0)	n/a	green(0)	n/a

3.3 1440 Hz、1 位单色

图 5 示出了系统输入和输出的定时。最上面的一行显示了至投影机的 RGB 数据输入，其通过 HDMI 端口输入。下一行显示了从投影机输出的光脉冲序列。例如，“B5”字段是与 HDMI 输入端口“blue(5)”相关联的脉冲，“R3”为 HDMI 输入“red(3)”，等等。采用该显示模式时，在输入端口位至对应的每像素光输出脉冲之间存在一种“一对一”映射——至单个光脉冲时隙的所有输入映射定义了每个光脉冲的显示时间。AUXSYNC3 输出是一个相机同步定时选通信号，其延迟与脉冲宽度均可调。该信号是投影机的一个输出，其通过本示例程序下一步所包含的 I²C 命令进行配置。

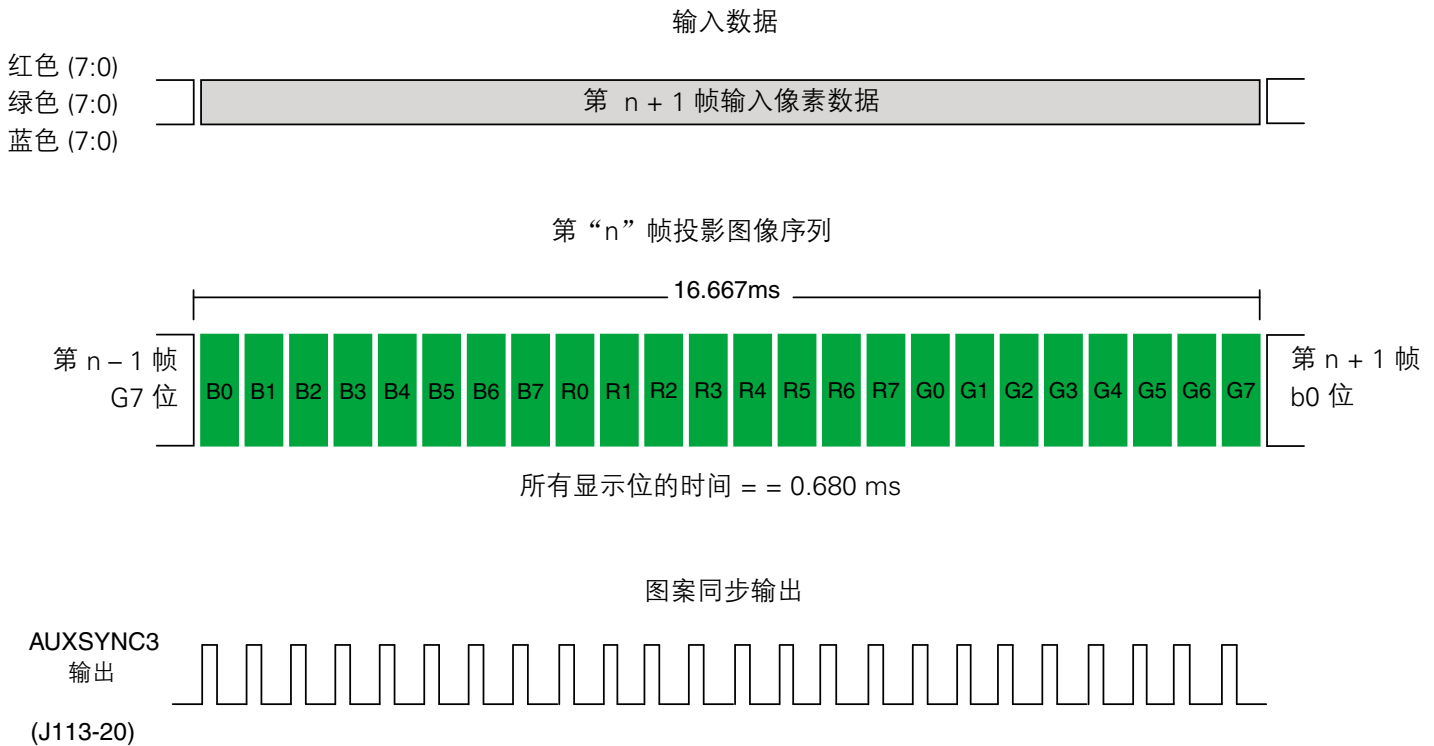


图 5: 1440 Hz、1 位单色

输入端口	延迟时间	输入端口	延迟时间	输入端口	延迟时间
blue(7)	0.68 ms	red (7)	0.68 ms	green(7)	0.68 ms
blue(6)	0.68 ms	red (6)	0.68 ms	green(6)	0.68 ms
blue(5)	0.68 ms	red (5)	0.68 ms	green(5)	0.68 ms
blue(4)	0.68 ms	red (4)	0.68 ms	green(4)	0.68 ms
blue(3)	0.68 ms	red (3)	0.68 ms	green(3)	0.68 ms
blue(2)	0.68 ms	red (2)	0.68 ms	green(2)	0.68 ms
blue(1)	0.68 ms	red (1)	0.68 ms	green(1)	0.68 ms
blue(0)	0.68 ms	red (0)	0.68 ms	green(0)	0.68 ms

3.4 120 Hz、4 位（每种彩色 RGB）

图 6 示出了系统输入和输出的定时。最上面的一行显示了至投影机的 RGB 数据输入，其通过 HDMI 端口输入。下一行显示了从投影机输出的光脉冲序列。例如，“B5”字段是与 HDMI 输入端口“blue(5)”相关联的脉冲，“R3”为 HDMI 输入“red(3)”，等等。采用该显示模式时，在输入端口位至对应的每像素光输出脉冲之间存在一种“一对一”映射 — 至单个光脉冲时隙的所有输入映射定义了每个光脉冲的显示时间。AUXSYNC3 输出是一个相机同步定时选通信号，其延迟与脉冲宽度均可调。该信号是投影机的一个输出，其通过本示例程序下一步所包含的 I²C 命令进行配置。

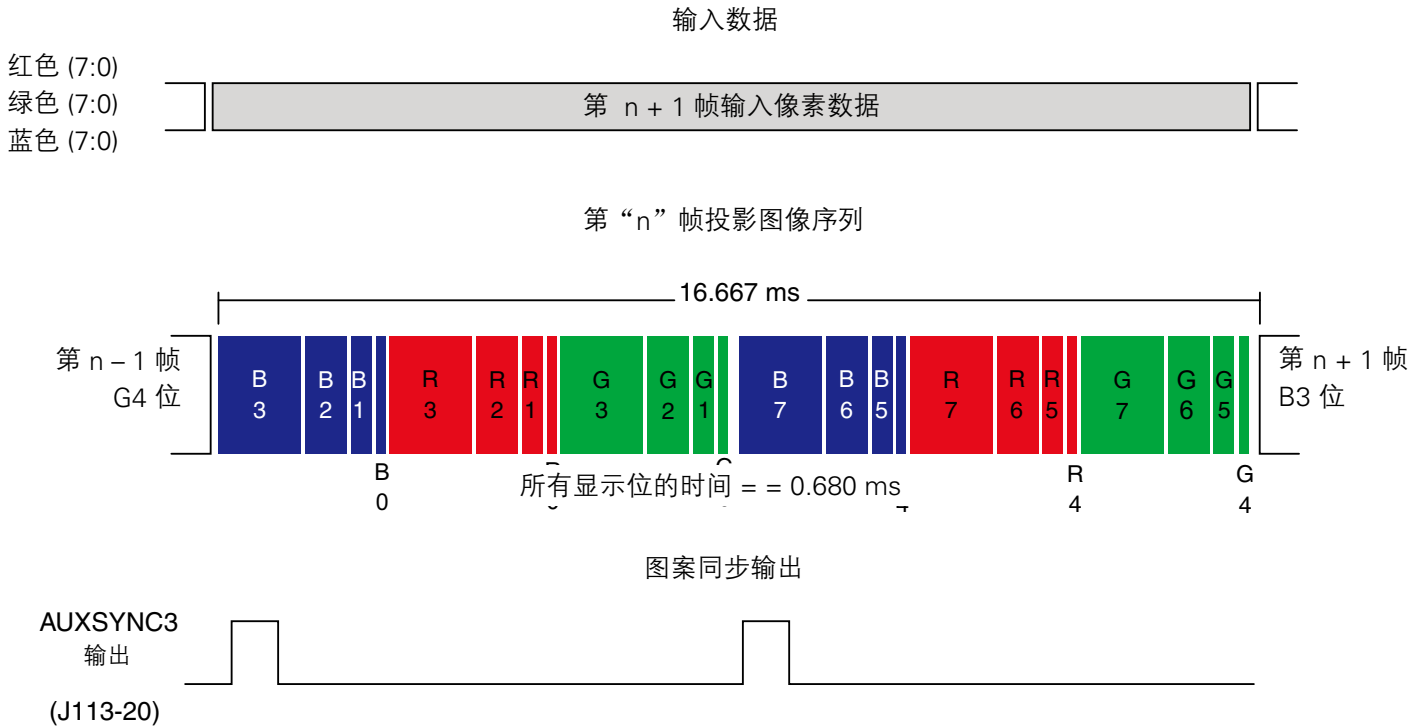


图 6: 120 Hz、4 位（每种彩色 RGB）

输入端口	延迟时间	输入端口	延迟时间	输入端口	延迟时间
blue(7)	1.42 ms	red (7)	1.42 ms	green(7)	1.42 ms
blue(6)	0.72 ms	red (6)	0.72 ms	green(6)	0.72 ms
blue(5)	0.36 ms	red (5)	0.36 ms	green(5)	0.36 ms
blue(4)	0.18 ms	red (4)	0.18 ms	green(4)	0.18 ms
blue(3)	1.42 ms	red (3)	1.42 ms	green(3)	1.42 ms
blue(2)	0.72 ms	red (2)	0.72 ms	green(2)	0.72 ms
blue(1)	0.36 ms	red (1)	0.36 ms	green(1)	0.36 ms
blue(0)	0.18 ms	red (0)	0.18 ms	green(0)	0.18 ms

3.5 240 Hz、2 位（每种彩色 RGB）

图 7 示出了系统输入和输出的定时。最上面的一行显示了至投影机的 RGB 数据输入，其通过 HDMI 端口输入。下一行显示了从投影机输出的光脉冲序列。例如，“B5”字段是与 HDMI 输入端口“blue(5)”相关联的脉冲，“R3”为 HDMI 输入“red(3)”，等等。采用该显示模式时，在输入端口位至对应的每像素光输出脉冲之间存在一种“一对一”映射——至单个光脉冲时隙的所有输入映射定义了每个光脉冲的显示时间。AUXSYNC3 输出是一个相机同步定时选通信号，其延迟与脉冲宽度均可调。该信号是投影机的一个输出，其通过本示例程序下一步所包含的 I²C 命令进行配置。

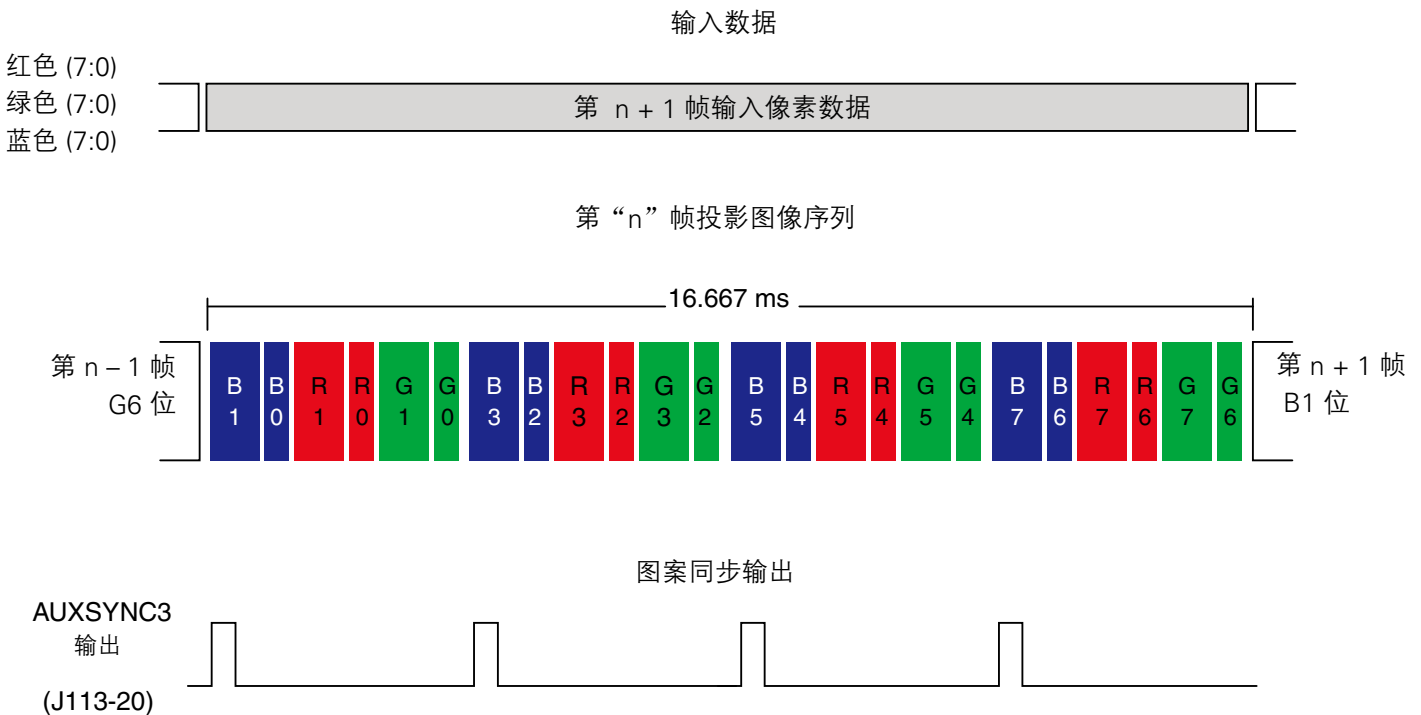


图 7: 240 Hz、2 位（每种彩色 RGB）

输入端口	延迟时间	输入端口	延迟时间	输入端口	延迟时间
blue(7)	0.90 ms	red (7)	0.90 ms	green(7)	0.90 ms
blue(6)	0.45 ms	red (6)	0.45 ms	green(6)	0.45 ms
blue(5)	0.90 ms	red (5)	0.90 ms	green(5)	0.90 ms
blue(4)	0.45 ms	red (4)	0.45 ms	green(4)	0.45 ms
blue(3)	0.90 ms	red (3)	0.90 ms	green(3)	0.90 ms
blue(2)	0.45 ms	red (2)	0.45 ms	green(2)	0.45 ms
blue(1)	0.90 ms	red (1)	0.90 ms	green(1)	0.90 ms
blue(0)	0.45 ms	red (0)	0.45 ms	green(0)	0.45 ms

3.6 480 Hz、1 位（每种彩色 RGB）

图 8 示出了系统输入和输出的定时。最上面的一行显示了至投影机的 RGB 数据输入，其通过 HDMI 端口输入。下一行显示了从投影机输出的光脉冲序列。例如，“B5”字段是与 HDMI 输入端口“blue(5)”相关联的脉冲，“R3”为 HDMI 输入“red(3)”，等等。采用该显示模式时，在输入端口位至对应的每像素光输出脉冲之间存在一种“一对一”映射——至单个光脉冲时隙的所有输入映射定义了每个光脉冲的显示时间。AUXSYNC3 输出是一个相机同步定时选通信号，其延迟与脉冲宽度均可调。该信号是投影机的一个输出，其通过本示例程序下一步所包含的 I²C 命令进行配置。

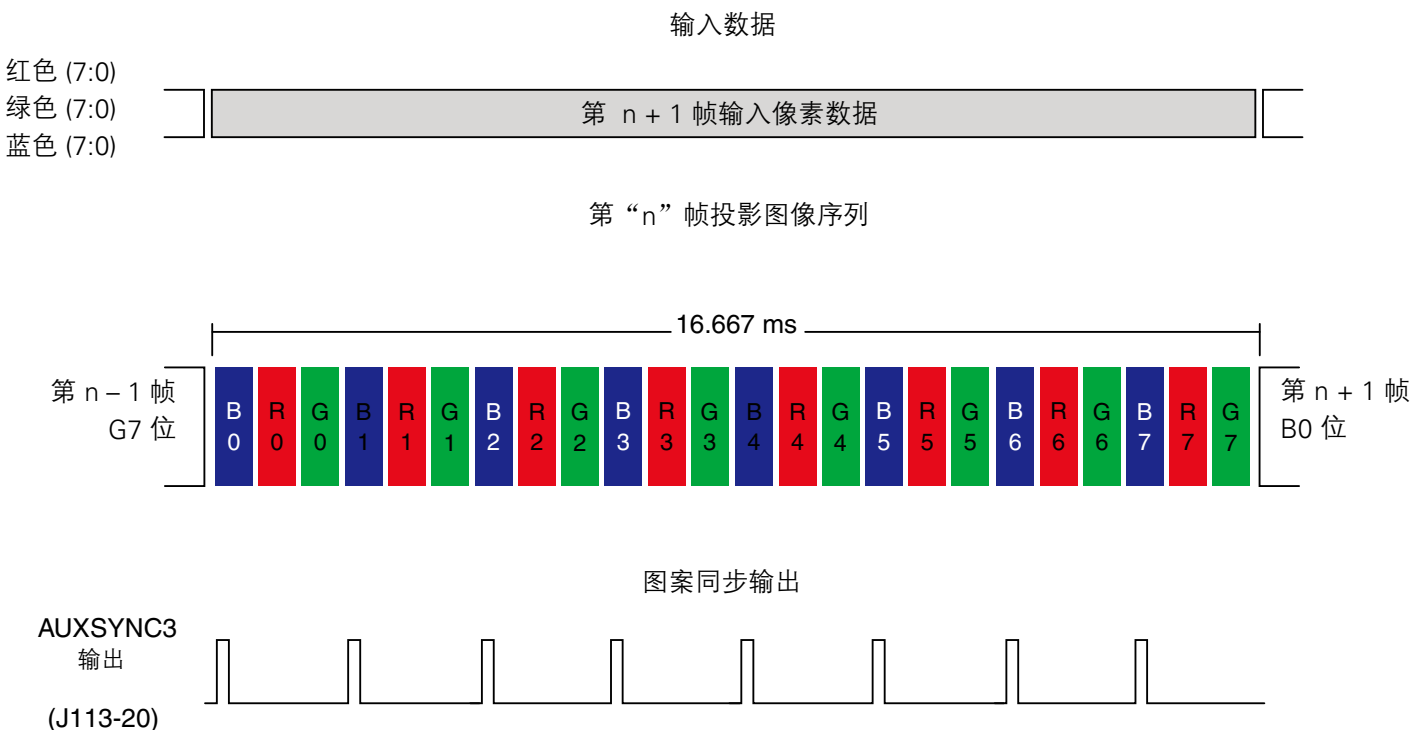


图 4: 180 Hz、7 位单色

输入端口	延迟时间	输入端口	延迟时间	输入端口	延迟时间
blue(7)	0.68 ms	red (7)	0.68 ms	green(7)	0.68 ms
blue(6)	0.68 ms	red (6)	0.68 ms	green(6)	0.68 ms
blue(5)	0.68 ms	red (5)	0.68 ms	green(5)	0.68 ms
blue(4)	0.68 ms	red (4)	0.68 ms	green(4)	0.68 ms
blue(3)	0.68 ms	red (3)	0.68 ms	green(3)	0.68 ms
blue(2)	0.68 ms	red (2)	0.68 ms	green(2)	0.68 ms
blue(1)	0.68 ms	red (1)	0.68 ms	green(1)	0.68 ms
blue(0)	0.68 ms	red (0)	0.68 ms	green(0)	0.68 ms

1. LED 重新映射（可任选）

单色显示模式中针对 RGB 或“只绿” (green-only) 的默认设置:

- I²C 子地址 xBB, 数据 x00000008
- I²C 子地址 xBC, 数据 x00000010
- I²C 子地址 xBD, 数据 x00000020

另外, LED 映射功能还可用于将 RGB 模式显示为单色, 或者用于对单色显示模式的彩色进行切换, 如表 4 所示。

表 4：有效的 LED 启用映射

红光 LED 控制 命令 xBB	绿光 LED 控制 命令 xBC	蓝光 LED 控制 命令 xBD	动作
x00000008	x00000010	x00000020	默认 RGB（如果选择了一种单色显示模式， 则必须减小电流）
x00000038	x00000000	x00000000	单色红色（电流必须减小）
x00000000	x00000038	x00000000	单色绿色（电流必须减小）
x00000000	x00000000	x00000038	单色蓝色（电流必须减小）

警告

当采用单色 LED 映射设置时 — 或者当选择一种单色显示模式时，必须降低 LED 功率，这与 LED 映射无关 — 以避免可能的 LED 性能劣化。见上面的第 4 步。另外，还需注意：Pico 套件 LED 驱动电路不支持 LED 的同时启用。

- 将辅助输出多路复用器设定至结构光相机同步设置：
 - I²C 子地址 x80，数据 x00000019
 这设定了将相机同步信号传送至辅助连接器所需的内部输出多路复用器的第一级。
- 设置用于决定相机选通信号的对准和脉冲宽度的命令。（请注意，这些命令仅影响 AUXSYNC0 和 AUXSYNC3 — 分别为引脚 16 和 20。AUXSYNC1 和 AUXSYNC2 不受以下调整的影响。）
 - I²C 子地址 xB8，数据 x00000040（AUXSYNC0，引脚 16，3.3 V 输出）
 - I²C 子地址 xB3，数据 x00000040（AUXSYNC1，引脚 17，1.8 V 输出）
 - I²C 子地址 xB4，数据 x00000040（AUXSYNC2，引脚 19，1.8 V 输出）
 - I²C 子地址 xB7，数据 x00000040（AUXSYNC3，引脚 20，1.8 V 输出）
 （一般地，只需要单个选通信号。从上面的清单中选择最方便的。）
- 设置用于决定相机选通信号的对准和脉冲宽度的命令。（请注意，这些命令仅影响 AUXSYNC0 和 AUXSYNC3 — 分别为引脚 16 和 20。AUXSYNC1 和 AUXSYNC2 不受以下调整的影响。）

可编程图案同步

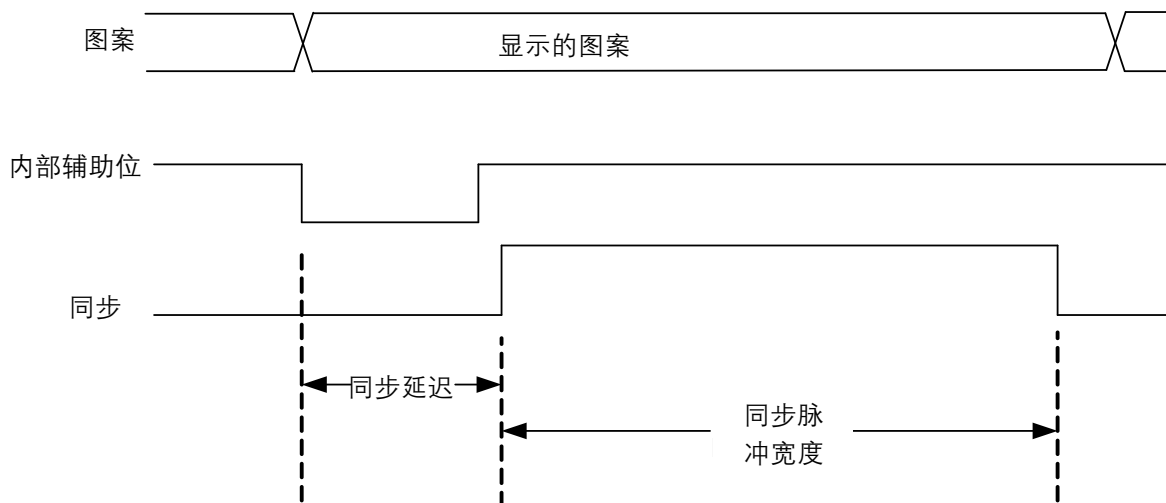


图 9：相机同步输出定时调整

设定脉冲宽度和延迟定时器基本时钟周期以及内部信号的工作边沿 (active edge)，以用作基准。（下面的例子设定了定时器的上升沿，并选择 $3 * 33.333 \text{ ns} = 100 \text{ ns}$ 时钟周期。）

I²C 子地址 xB2，数据 x00000302

设定相机同步信号相对于图案光输出的延迟。下例将两个选通信号均设定为最小值。增量的单位为上面命令中的“时钟周期”。

I²C 子地址 xC1，数据 x00000001 (AUXSYNC0，引脚 16)

I²C 子地址 xBF，数据 x00000001 (AUXSYNC3，引脚 20)

设定相机同步信号的脉冲宽度。下面的例子可产生相当窄的脉冲。

设定宽度以适合应用的要求。

I²C 子地址 xC2，数据 x0000000F (AUXSYNC0，引脚 16)

I²C 子地址 xC0，数据 x0000000F (AUXSYNC3，引脚 20)

4 内部图案示例

除了支持外部生成的结构光图案之外，该套件还支持采用内部生成图案的结构光模式。采用这些模式，可实现高达 2400 Hz 的图案速率。图案包括一组灰度编码垂直条纹图案。相比于外部图案，采用此类图案具有两个优势：1) 不必采用用户生成的外部图案来驱动 HDMI 端口，2) 支持一种 2400 Hz 图案模式，这高于采用 HDMI 端口所能达到的图案速率。与内部图案模式相比，外部图案模式的主要优势在于拥有更多的图案类型和定时选项及灵活性。

每种图案是一个 1 位（黑和白，没有灰度）垂直条纹图案。内部图案发生器可支持高达 32 帧深度的重复图案组。每种图案具有一个寄存器设置，其允许选择 15 种可选图案中的任何一种。多达 32 种图案中的每一种皆可基于反转掩码设置 (inversion mask setting) 实现反转（黑色区域变成白色，白色区域变得黑色）。除了表示每个输出光脉冲周期起点的 AUXSYNC3 选通信号（如第 3 节所述）以外，内部图案模式还支持 AUXSYNC4 上的一个额外的信号，其负责标记重复序列的第一个图案。

下面的例子简单地列出了通过设置使 Pico 以 2400 Hz 图案速率显示一个含 11 种图案的“灰度编码”序列的必要步骤（采用 11 种“灰度代码”图案）。该图案组示于图 10。

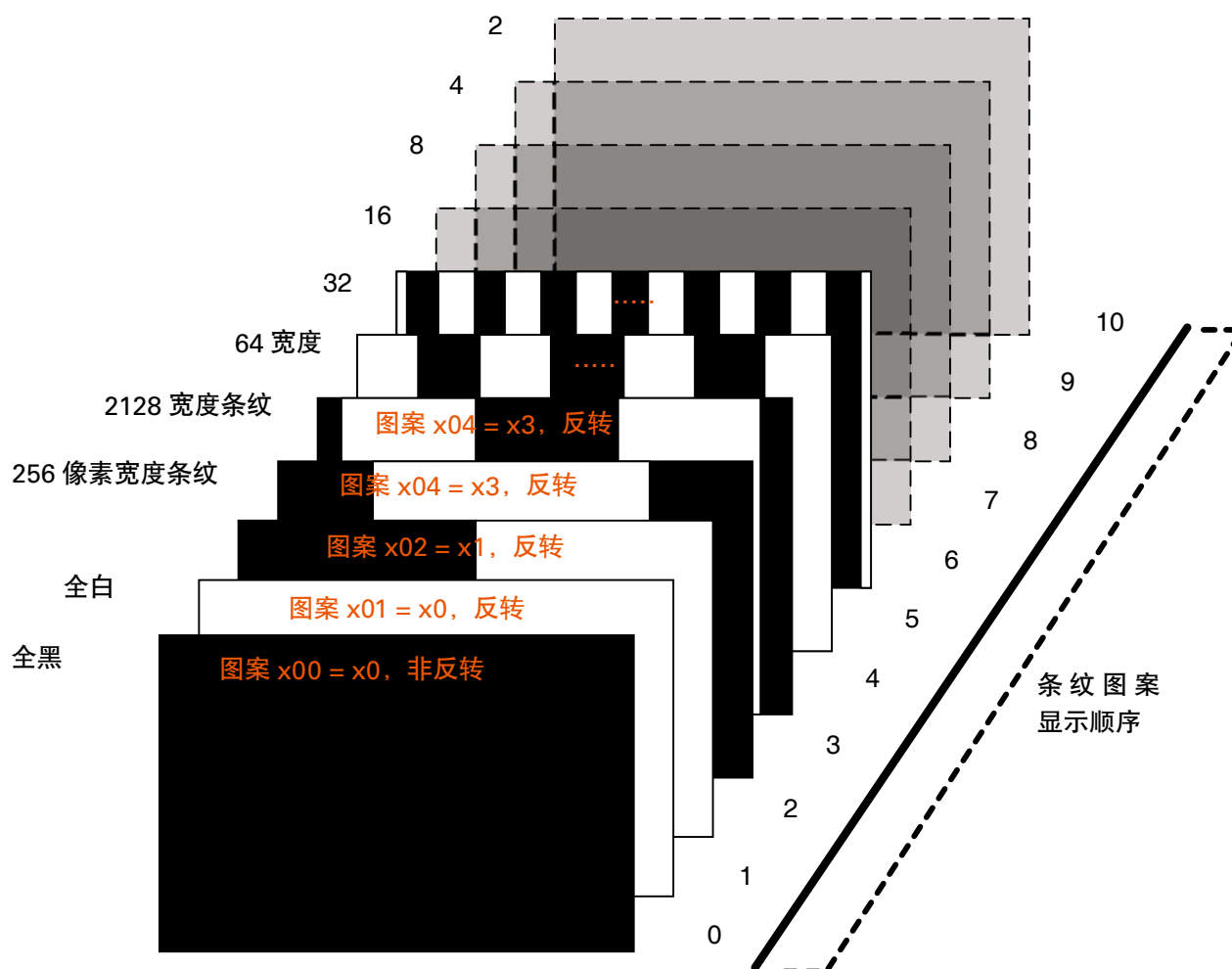


图 10: 内部条纹图案示例

内部图案模式配置步骤示例:

1. 执行上述外部图案示例中给出的所有步骤, 但做了以下的修改:

(a) 选择内部垂直同步信号源 (上文的第 3 步中则是“外部”)

- I²C 子地址 x24, 数据 x00000000

(b) 跳过“减小 LED 电流”步骤, 将 LED 置于满功率状态

(c) 选择一种内部条纹图案显示模式

- I²C 子地址 x1F, 数据 x0000000B (2400 Hz 模式)

— 或者 —

- I²C 子地址 x1F, 数据 x0000000A (1200 Hz 模式)

图 11 和图 12 示出了时序图, 其展现了两种内部图案模式的运行方式。每个图案按顺序显示在 DMD 上并持续一段时间 (随着图案序列的自动重复, 直至达到最大计数为止)。在每个图案的显示期间, RGB LED 按图所示进行顺序照明, 各接收 33% 的显示时间。(这实际上使得每个图案为白色和黑色。) AUXSYNC3 的宽度和延迟是可调的, 并标志着每个图案的显示。AUXSYNC4 位于序列中的第一个图案之前 (与 AUXSYNC3 并不对准, 在序列中最后一个图案的显示过程中出现)。AUXSYNC4 的宽度和延迟是不可调的。

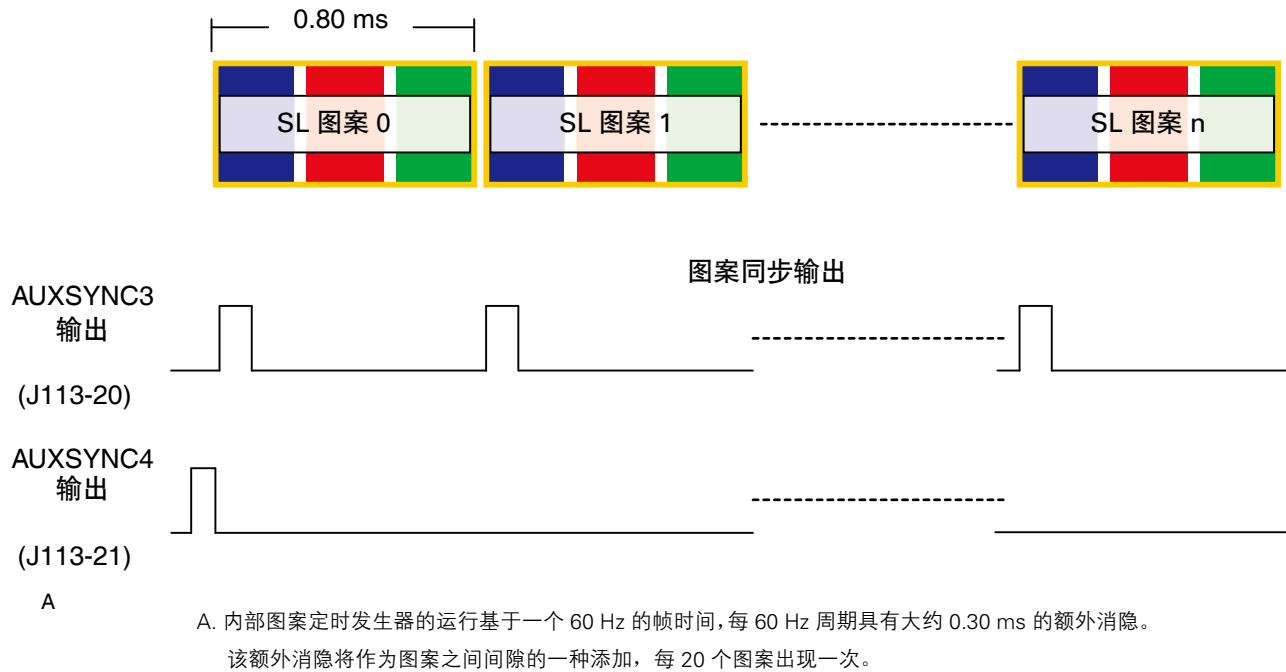


图 11: 2400 Hz 显示模式定时细节

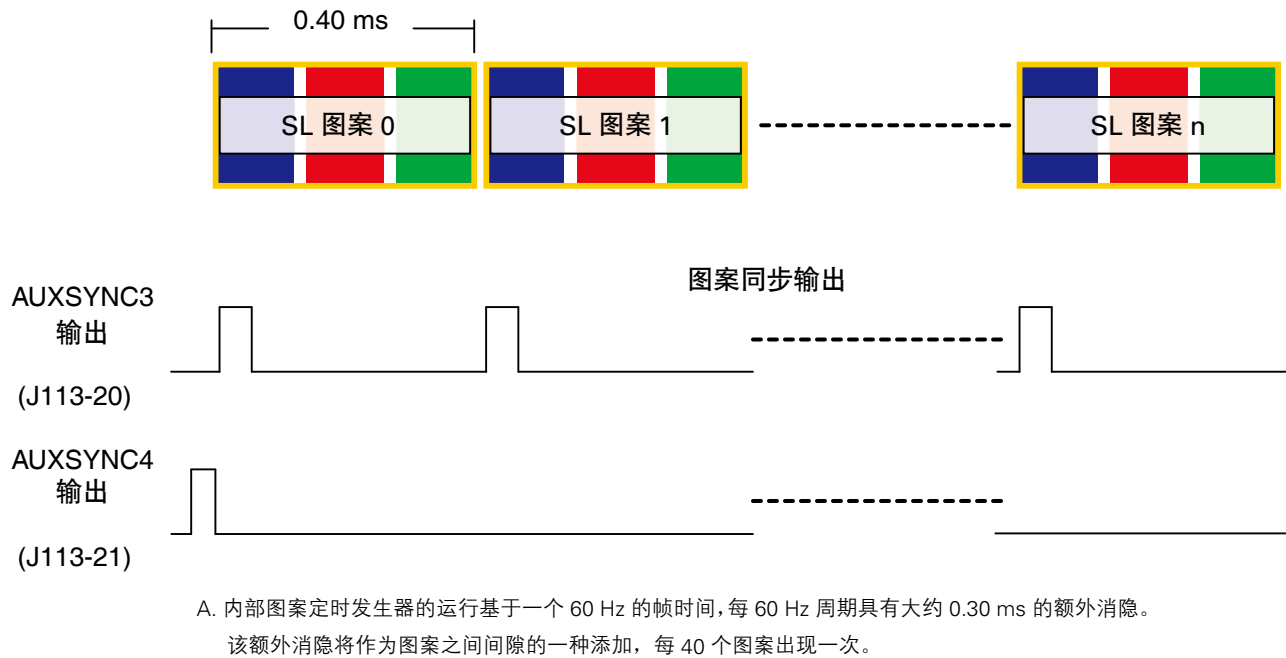


图 12: 1200 Hz 显示模式定时细节

- (d) 跳过任选的 LED 重新映射步骤 (所有的 LED 均采用内部图案, 并产生白色图案。)
- 设置 AUXSYNC4 信号以标记图案 0 的起点。(AUXSYNC4 脉冲之后的第一个 AUXSYNC3 脉冲是序列中第一个图案的起点。)
- I²C 子地址 xBE, 数据 x00000040

3. 按照需要设定图案反转掩码。在本例中，除了第一个图案之外，所有的图案都被反转。
 - I²C 子地址 xD3，数据 x000000FE（掩码 7:0）
 - I²C 子地址 xD4，数据 x00000007（掩码 15:8）
4. 设定用于每个图案时隙的个别图案选择指针。图案的选择示于图 13 和图 14。

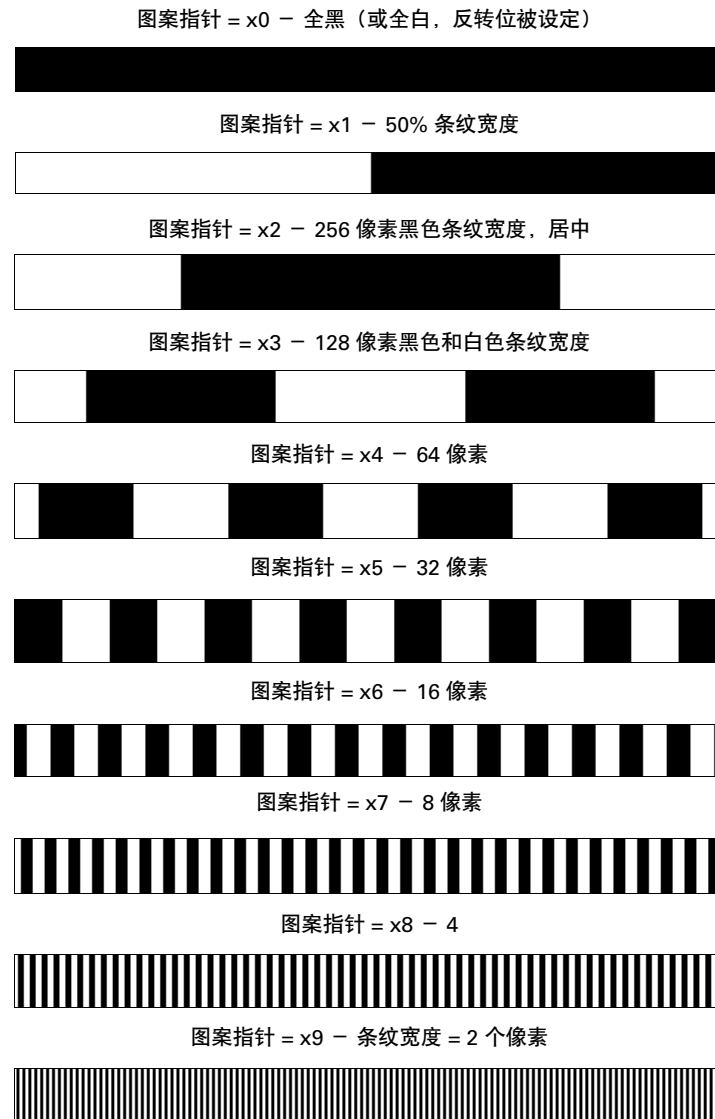


图 13: 灰度编码图案细节

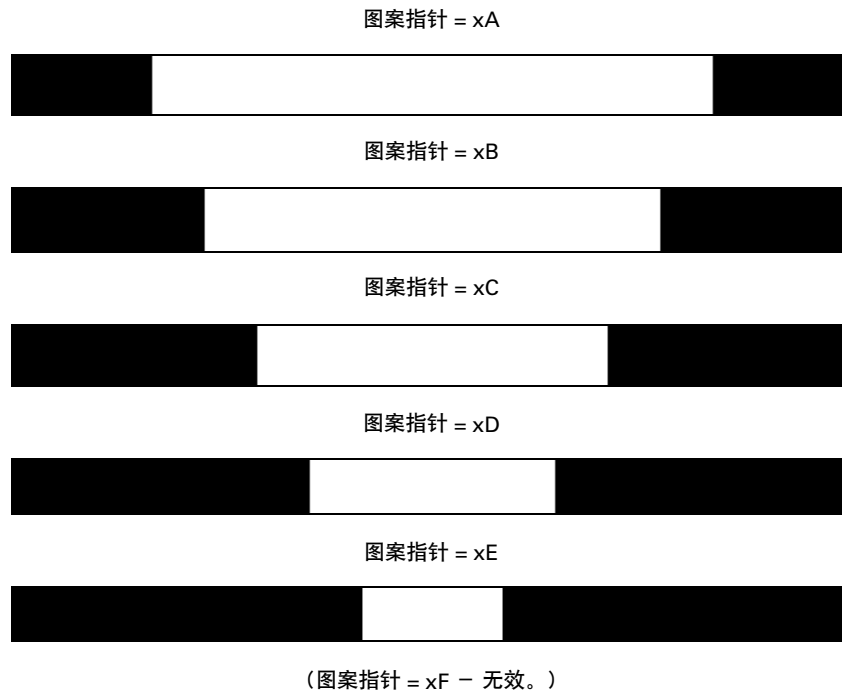


图 14: 各种各样的图案细节

对于本例，最前面的两个图案均为可靠字段 (solid fields)，一个是反转的，一个没有反转。其余的 9 个图案按照条纹宽度的降序逐个通过灰度编码条纹，直到最后的 2 x 2 图案。

- I²C 子地址 xD7，数据 x00000000 (指针 x01, x00)
- I²C 子地址 xD8，数据 x00000021 (指针 x03, x02)
- I²C 子地址 xD9，数据 x00000043 (指针 x05, x04)
- I²C 子地址 xDA，数据 x00000065 (指针 x07, x06)
- I²C 子地址 xDB，数据 x00000087 (指针 x09, x08)
- I²C 子地址 xDC，数据 x00000009 (指针 x0A)

5. 为了确保图案的正确同步化，必须通过变换结构光输出显示禁止位来重启输出显示处理器：

- I²C 子地址 x29，数据 x00000000 (禁用输出处理)
- I²C 子地址 xD2，数据 x00000000 (禁用内部 SL 图案处理)

随后以极少的时间延迟执行接下去的两个步骤。

6. 启用内部结构光图案处理，并选择显示设置中图案数量 (减去 1)。本例采用了 11 个图案。

- I²C 子地址 xD2，数据 x000000A1

7. 重新启用输出显示处理器：

- I²C 子地址 x29，数据 x00000001 (启用输出处理)

警告

不应长时间地将显示处理置于禁用状态，以避免器件性能劣化。

5 结论

上述的两个配置示例（外部和内部结构光模式）将为采用 Pico 2.0 套件进行结构光应用的试验提供一个起点。更多详情请查阅《DLP® Pico 编程指南》（TI 文献编号 [DLPU002](#)）。

修订记录

从原版（2010 年 1 月）到 A 版的变更	页码
• 将 Mask 1 的寄存器名称从 xBE 改为 xD3	17
• 将 Mask 2 的寄存器名称从 xBF 改为 Xd4	17

注：先前版本的页码可能不同于当前版本中的页码。

重要声明

德州仪器(TI) 及其下属子公司有权根据 JESD46 最新标准, 对所提供的产品和服务进行更正、修改、增强、改进或其它更改, 并有权根据 JESD48 最新标准中止提供任何产品和服务。客户在下订单前应获取最新的相关信息, 并验证这些信息是否完整且是最新的。所有产品的销售都遵循在订单确认时所提供的TI 销售条款与条件。

TI 保证其所销售的组件的性能符合产品销售时 TI 半导体产品销售条件与条款的适用规范。仅在 TI 保证的范围内, 且 TI 认为 有必要时才会使用测试或其它质量控制技术。除非适用法律做出了硬性规定, 否则没有必要对每种组件的所有参数进行测试。

TI 对应用帮助或客户产品设计不承担任何义务。客户应对其使用 TI 组件的产品和应用自行负责。为尽量减小与客户产品和应用相关的风险, 客户应提供充分的设计与操作安全措施。

TI 不对任何 TI 专利权、版权、屏蔽作品权或其它与使用了 TI 组件或服务的组合设备、机器或流程相关的 TI 知识产权中授予 的直接或隐含权限作出任何保证或解释。TI 所发布的与第三方产品或服务有关的信息, 不能构成从 TI 获得使用这些产品或服务 的许可、授权、或认可。使用此类信息可能需要获得第三方的专利权或其它知识产权方面的许可, 或是 TI 的专利权或其它 知识产权方面的许可。

对于 TI 的产品手册或数据表中 TI 信息的重要部分, 仅在没有对内容进行任何篡改且带有相关授权、条件、限制和声明的情况 下才允许进行复制。TI 对此类篡改过的文件不承担任何责任或义务。复制第三方的信息可能需要服从额外的限制条件。

在转售 TI 组件或服务时, 如果对该组件或服务参数的陈述与 TI 标明的参数相比存在差异或虚假成分, 则会失去相关 TI 组件 或服务的所有明示或暗示授权, 且这是不正当的、欺诈性商业行为。TI 对任何此类虚假陈述均不承担任何责任或义务。

客户认可并同意, 尽管任何应用相关信息或支持仍可能由 TI 提供, 但他们将独力负责满足与其产品及其在其应用中使用 TI 产品 相关的所有法律、法规和安全相关要求。客户声明并同意, 他们具备制定与实施安全措施所需的全部专业技术和知识, 可预见 故障的危险后果、监测故障及其后果、降低有可能造成人身伤害的故障的发生机率并采取适当的补救措施。客户将全额赔偿因 在此类安全关键应用中使用任何 TI 组件而对 TI 及其代理造成的任何损失。

在某些场合中, 为了推进安全相关应用有可能对 TI 组件进行特别的促销。TI 的目标是利用此类组件帮助客户设计和创立其特 有的可满足适用的功能安全性标准和要求的终端产品解决方案。尽管如此, 此类组件仍然服从这些条款。

TI 组件未获得用于 FDA Class III (或类似的生命攸关医疗设备) 的授权许可, 除非各方授权官员已经达成了专门管控此类使 用的特别协议。

只有那些 TI 特别注明属于军用等级或“增强型塑料”的 TI 组件才是设计或专门用于军事/航空应用或环境的。购买者认可并同 意, 对并非指定面向军事或航空航天用途的 TI 组件进行军事或航空航天方面的应用, 其风险由客户单独承担, 并且由客户独 力负责满足与此类使用相关的所有法律和法规要求。

TI 已明确指定符合 ISO/TS16949 要求的产品, 这些产品主要用于汽车。在任何情况下, 因使用非指定产品而无法达到 ISO/TS16949 要求, TI不承担任何责任。

产品	应用
数字音频	通信与电信
放大器 and 线性器件	计算机及周围
数据转换器	消费电子
DLP® 产品	能源
DSP - 数字信号处理器	工业应用
时钟和计时器	医疗电子
接口	安防应用
逻辑	汽车电子
电源管理	视频和影像
微控制器 (MCU)	
RFID 系统	
OMAP应用处理器	
无线连通性	德州仪器在线技术支持社区

www.ti.com.cn/audio	www.ti.com.cn/telecom
www.ti.com.cn/amplifiers	www.ti.com.cn/computer
www.ti.com.cn/dataconverters	www.ti.com/consumer-apps
www.dlp.com	www.ti.com/energy
www.ti.com.cn/dsp	www.ti.com.cn/industrial
www.ti.com.cn/clockandtimers	www.ti.com.cn/medical
www.ti.com.cn/interface	www.ti.com.cn/security
www.ti.com.cn/logic	www.ti.com.cn/automotive
www.ti.com.cn/power	www.ti.com.cn/video
www.ti.com.cn/microcontrollers	
www.ti.com.cn/rfidsys	
www.ti.com/omap	
www.ti.com.cn/wirelessconnectivity	www.deyisupport.com

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 © 2014 德州仪器 半导体技术 (上海) 有限公司

重要声明

德州仪器(TI) 及其下属子公司有权根据 JESD46 最新标准, 对所提供的产品和服务进行更正、修改、增强、改进或其它更改, 并有权根据 JESD48 最新标准中止提供任何产品和服务。客户在下订单前应获取最新的相关信息, 并验证这些信息是否完整且是最新的。所有产品的销售都遵循在订单确认时所提供的TI 销售条款与条件。

TI 保证其所销售的组件的性能符合产品销售时 TI 半导体产品销售条件与条款的适用规范。仅在 TI 保证的范围内, 且 TI 认为 有必要时才会使用测试或其它质量控制技术。除非适用法律做出了硬性规定, 否则没有必要对每种组件的所有参数进行测试。

TI 对应用帮助或客户产品设计不承担任何义务。客户应对其使用 TI 组件的产品和应用自行负责。为尽量减小与客户产品和应用相关的风险, 客户应提供充分的设计与操作安全措施。

TI 不对任何 TI 专利权、版权、屏蔽作品权或其它与使用了 TI 组件或服务的组合设备、机器或流程相关的 TI 知识产权中授予 的直接或隐含权限作出任何保证或解释。TI 所发布的与第三方产品或服务有关的信息, 不能构成从 TI 获得使用这些产品或服务 的许可、授权、或认可。使用此类信息可能需要获得第三方的专利权或其它知识产权方面的许可, 或是 TI 的专利权或其它 知识产权方面的许可。

对于 TI 的产品手册或数据表中 TI 信息的重要部分, 仅在没有对内容进行任何篡改且带有相关授权、条件、限制和声明的情况 下才允许进行复制。TI 对此类篡改过的文件不承担任何责任或义务。复制第三方的信息可能需要服从额外的限制条件。

在转售 TI 组件或服务时, 如果对该组件或服务参数的陈述与 TI 标明的参数相比存在差异或虚假成分, 则会失去相关 TI 组件 或服务的所有明示或暗示授权, 且这是不正当的、欺诈性商业行为。TI 对任何此类虚假陈述均不承担任何责任或义务。

客户认可并同意, 尽管任何应用相关信息或支持仍可能由 TI 提供, 但他们将独力负责满足与其产品及其应用中使用 TI 产品 相关的所有法律、法规和安全相关要求。客户声明并同意, 他们具备制定与实施安全措施所需的全部专业技术和知识, 可预见 故障的危险后果、监测故障及其后果、降低有可能造成人身伤害的故障的发生机率并采取适当的补救措施。客户将全额赔偿因 在此类安全关键应用中使用任何 TI 组件而对 TI 及其代理造成的任何损失。

在某些场合中, 为了推进安全相关应用有可能对 TI 组件进行特别的促销。TI 的目标是利用此类组件帮助客户设计和创立其特 有的可满足适用的功能安全性标准和要求的终端产品解决方案。尽管如此, 此类组件仍然服从这些条款。

TI 组件未获得用于 FDA Class III (或类似的生命攸关医疗设备) 的授权许可, 除非各方授权官员已经达成了专门管控此类使 用的特别协议。

只有那些 TI 特别注明属于军用等级或“增强型塑料”的 TI 组件才是设计或专门用于军事/航空应用或环境的。购买者认可并同 意, 对并非指定面向军事或航空航天用途的 TI 组件进行军事或航空航天方面的应用, 其风险由客户单独承担, 并且由客户独 力负责满足与此类使用相关的所有法律和法规要求。

TI 已明确指定符合 ISO/TS16949 要求的产品, 这些产品主要用于汽车。在任何情况下, 因使用非指定产品而无法达到 ISO/TS16949 要 求, TI 不承担任何责任。

	产品		应用
数字音频	www.ti.com.cn/audio	通信与电信	www.ti.com.cn/telecom
放大器和线性器件	www.ti.com.cn/amplifiers	计算机及周边	www.ti.com.cn/computer
数据转换器	www.ti.com.cn/dataconverters	消费电子	www.ti.com.cn/consumer-apps
DLP® 产品	www.dlp.com	能源	www.ti.com.cn/energy
DSP - 数字信号处理器	www.ti.com.cn/dsp	工业应用	www.ti.com.cn/industrial
时钟和计时器	www.ti.com.cn/clockandtimers	医疗电子	www.ti.com.cn/medical
接口	www.ti.com.cn/interface	安防应用	www.ti.com.cn/security
逻辑	www.ti.com.cn/logic	汽车电子	www.ti.com.cn/automotive
电源管理	www.ti.com.cn/power	视频和影像	www.ti.com.cn/video
微控制器 (MCU)	www.ti.com.cn/microcontrollers		
RFID 系统	www.ti.com.cn/rfidsys		
OMAP应用处理器	www.ti.com/omap		
无线连通性	www.ti.com.cn/wirelessconnectivity	德州仪器在线技术支持社区	www.deyisupport.com

Mailing Address: Texas Instruments, Post Office Box 655303, Dallas, Texas 75265
Copyright © 2015, Texas Instruments Incorporated