



Winston Wong, Ryan Bailey

## 摘要

本应用报告描述了 FPD-Link III 信息娱乐系统器件 ( DS90Ux92x-Q1 和 DS90Ux94x-Q1 ) 的图形发生器特性, 包括相关的控制寄存器。此外, 其还提供了几个访问这些控制寄存器以满足自定义显示应用要求的示例。

## 内容

1 引言.....	3
2 内部测试图形生成概述.....	3
2.1 颜色模式.....	4
2.2 视频时序模式.....	4
2.3 时钟生成.....	4
2.4 图形选择.....	5
2.5 图形反转.....	6
2.6 自动滚动.....	6
3 用于内部测试图形生成的串行控制总线寄存器.....	6
3.1 直接寄存器映射.....	6
3.2 间接寄存器映射.....	9
4 配置示例.....	17
4.1 自动滚动配置.....	17
4.2 内部默认时序配置.....	17
4.3 自定义显示配置.....	17
4.4 采用外部时钟的 1080p60 示例配置.....	18
4.5 分辨率回读示例.....	19
5 结语.....	20
6 参考文献.....	20
7 修订历史记录.....	21

## 插图清单

图 2-1. 配置选项.....	3
------------------	---

## 表格清单

表 1-1. FPD-Link III IVI 器件.....	3
表 2-1. 内部振荡器频率.....	4
表 2-2. 示例视频模式和刷新率 ( 200MHz 振荡器 ) .....	5
表 3-1. 图形发生器直接寄存器.....	7
表 3-2. 图形发生器间接寄存器.....	9
表 3-3. DS90Ux928Q-Q1/DS90UB924-Q1 图形发生器内部时钟使能.....	9
表 3-4. 图形发生器间接地址.....	10
表 3-5. 图形发生器红色子像素 ( PGRS ) .....	10
表 3-6. 图形发生器绿色子像素 ( PGGS ) .....	11
表 3-7. 图形发生器蓝色子像素 ( PGBS ) .....	11
表 3-8. 内部时序默认值.....	11
表 3-9. 图形发生器时钟分频器 N 配置 ( PGCDC1 ) .....	11
表 3-10. 图形发生器总帧大小 1 ( PGTFSS1 ) .....	12
表 3-11. 图形发生器总帧大小 2 ( PGTFSS2 ) .....	12

表 3-12. 图形发生器总帧大小 3 ( PGTFS3 ) .....	12
表 3-13. 图形发生器活动帧大小 1 ( PGAFS1 ) .....	12
表 3-14. 图形发生器活动帧大小 2 ( PGAFS2 ) .....	12
表 3-15. 图形发生器活动帧大小 3 ( PGAFS3 ) .....	13
表 3-16. 图形发生器水平同步宽度 ( PGHSW ) .....	13
表 3-17. 图形发生器垂直同步宽度 ( PGVSW ) .....	13
表 3-18. 图形发生器水平后沿 ( PGHBP ) .....	13
表 3-19. 图形发生器垂直后沿 ( PGVBP ) .....	13
表 3-20. 图形发生器同步配置 ( PGSC ) .....	13
表 3-21. 图形发生器帧时间 ( PGFT ) .....	14
表 3-22. 图形发生器时隙配置 ( PGTSC ) .....	14
表 3-23. 图形发生器时隙顺序 1 ( PGTSO1 ) .....	14
表 3-24. 图形发生器时隙顺序 2 ( PGTSO2 ) .....	15
表 3-25. 图形发生器时隙顺序 3 ( PGTSO3 ) .....	15
表 3-26. 图形发生器时隙顺序 4 ( PGTSO4 ) .....	15
表 3-27. 图形发生器时隙顺序 5 ( PGTSO5 ) .....	15
表 3-28. 图形发生器时隙顺序 6 ( PGTSO6 ) .....	16
表 3-29. 图形发生器时隙顺序 7 ( PGTSO7 ) .....	16
表 3-30. 图形发生器时隙顺序 8 ( PGTSO8, 在 925Q/921/926Q 上不可用 ) .....	16
表 3-31. 图形发生器 BIST 错误 ( PGBE, 仅在 DS90Ux948-Q1 和 DS90Ux940-Q1/DS90Ux940N-Q1 上可用 ) .....	16
表 3-32. 图形发生器时钟分频器 M 配置 ( PGCDC2, 仅在 DS90Ux941AS-Q1、DS90Ux949-Q1、DS90Ux949A-Q1、 DS90Ux929-Q1 和 DS90Ux947-Q1 上可用 ) .....	16
表 4-1. 自定义显示示例.....	17
表 4-2. 采用外部时钟的 1080p60 示例.....	18

## 商标

所有商标均为其各自所有者的财产。

## 1 引言

德州仪器 ( TI ) 的 FPD-Link III 产品系列 ( 表 1-1 ) 中包含内部测试图形发生器。该特性提供了一种用户友好的方法来快速调试和测试集成显示屏以及串行器和解串器之间的链路。本应用说明重点关注用于显示应用的 FPD Link III IVI ( 车载信息娱乐系统 ) 器件 ( 94x 和 92x ) 。

表 1-1. FPD-Link III IVI 器件

串行器	解串器
DS90UH925Q-Q1/DS90UB925Q-Q1	DS90UH926Q-Q1/DS90UB926Q-Q1
DS90UB921-Q1	DS90UB924-Q1
DS90UH927Q-Q1/DS90UH927Q-Q1	DS90UH928Q-Q1/DS90UB928Q-Q1
DS90UH947-Q1/DS90UH947-Q1	DS90UH948-Q1/DS90UB948-Q1
DS90UH929-Q1/DS90UB929-Q1	DS90UH940-Q1/DS90UB940-Q1
DS90UH949-Q1/DS90UB949-Q1	DS90UH940N-Q1/DS90UB940N-Q1
DS90UH949A-Q1/DS90UB949A-Q1	
DS90UH941AS-Q1/DS90UB941AS-Q1	

## 2 内部测试图形生成概述

内部测试图形是简单的重复图形，旨在快速目视验证系统和显示面板是否工作正常。只要器件未处于断电模式，即使器件未连接到源，也可以生成测试图形。如果没有收到时钟，测试图形可以配置为使用内部生成的可编程像素时钟。

视频时序可以基于串行器输入端提供的外部控制信号 ( HS、VS、DE )，或者也可以由串行器或解串器在内部生成 ( 图 2-1 ) 。

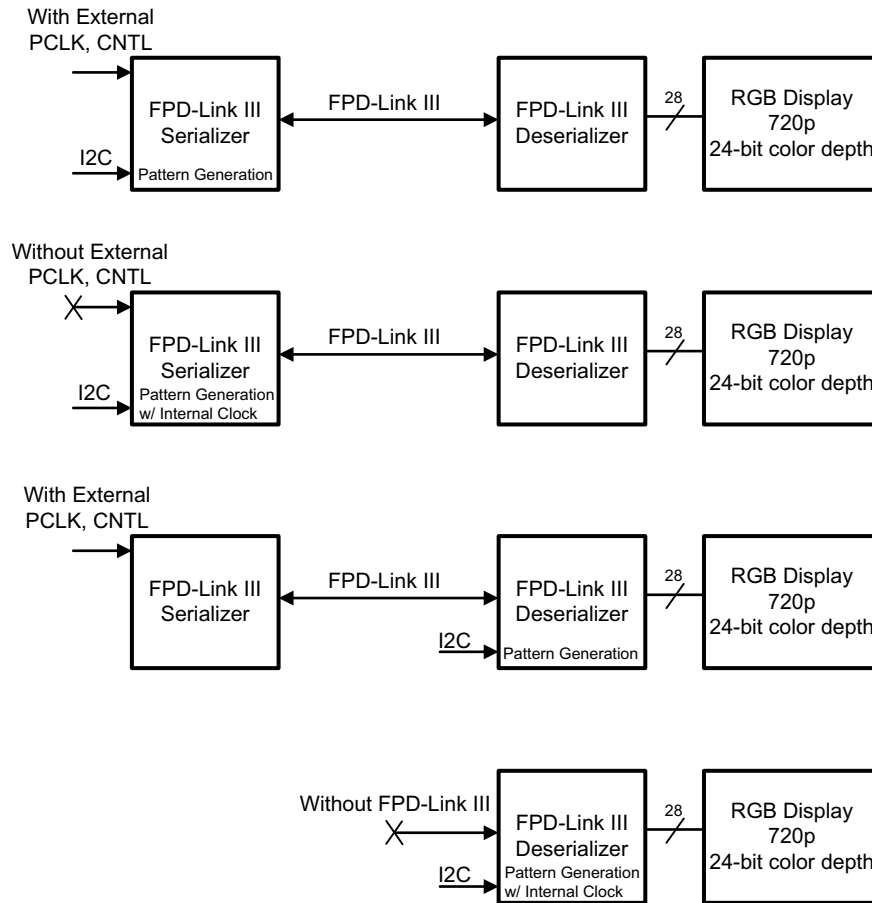


图 2-1. 配置选项

无需引脚配置即可启用或控制图形生成特性。图形生成特性的所有方面都通过器件控制寄存器进行控制，通过器件 I2C 接口在本地访问，或通过 FPD-Link III 双向控制通道远程访问。测试图形生成特性可以处理各种显示时序和测试图像选项：

- 五个预配置的纯色输出
- 一个用户可配置的纯色输出
- 红色、绿色、蓝色或白色全动态范围内的水平斜坡
- 红色、绿色、蓝色或白色全动态范围内的垂直斜坡
- 根据帧大小自动缩放亮度斜坡
- VCOM、棋盘和色条图形（适用于表 1-1 中列出的除 DS90UB921-Q1、DS90Ux925Q-Q1 和 DS90Ux926Q-Q1 之外的所有器件）
- 可选颜色反转
- 灵活的自动滚动机制，可滚动显示用户定义的图形列表
- 完全可编程的内部视频时钟和时序生成
- 可选 18 位颜色模式

## 2.1 颜色模式

默认情况下，图形发生器在 24 位颜色模式 (RGB888) 下运行，该模式下的红色、绿色和蓝色子像素的所有 8 位都处于活动状态。可从控制寄存器 (表 3-1) 启用 18 位颜色模式 (RGB666)。在 18 位模式下，红色、绿色和蓝色子像素的 6 个 MSB (位 7-2) 处于启用状态；两个最低有效位处于空闲低状态。

## 2.2 视频时序模式

图形发生器提供两种视频时序模式：外部和内部。在外部时序模式 (默认) 下，图形发生器会检测 DE 和 VS 输入端的视频帧时序。如果 VS 上不存在垂直同步信号，则图形发生器会通过检测非活动像素时钟的数量 ( $DE = 0$ ) 何时超过检测到的活动行长度的两倍来确定垂直消隐。在内部时序模式下，图形发生器生成由控制寄存器确定的自定义视频时序。

## 2.3 时钟生成

表 1-1 中列出的 FPD Link 器件包含一个内部振荡器，该振荡器可用作参考以生成具有内部时序的视频。表 2-1 介绍了每个器件的标称振荡器频率。除非另有说明，否则本文档中的示例假定使用默认的 200MHz 标称振荡器频率。

表 2-1. 内部振荡器频率

器件	标称内部振荡器频率
DS90UH925Q-Q1/DS90UB925Q-Q1	200MHz
DS90UB921-Q1	200MHz
DS90UH927Q-Q1/DS90UH927Q-Q1	200MHz
DS90UH947-Q1/DS90UH947-Q1	选择 200MHz 或 800MHz
DS90UH929-Q1/DS90UB929-Q1	选择 200MHz 或 800MHz
DS90UH949-Q1/DS90UB949-Q1	选择 200MHz 或 800MHz
DS90UH949A-Q1/DS90UB949A-Q1	选择 200MHz 或 800MHz
DS90UH941AS-Q1/DS90UB941AS-Q1	选择 200MHz 或 800MHz
DS90UH926Q-Q1/DS90UB926Q-Q1	200MHz
DS90UB924-Q1	160MHz
DS90UH928Q-Q1/DS90UB928Q-Q1	160MHz
DS90UH948-Q1/DS90UB948-Q1	140MHz
DS90UH940-Q1/DS90UB940-Q1	140MHz
DS90UH940N-Q1/DS90UB940N-Q1	140MHz

图形发生器可以配置为使用内部振荡器源来生成采用 M/N 分频器驱动各种显示配置所需的像素时钟和时序信号。对于除 DS90Ux941AS-Q1、DS90Ux949-Q1、DS90Ux949A-Q1、DS90Ux929-Q1 和 DS90Ux947-Q1 之外的所有器件，假定 M 值为 1，N 的有效值范围为 2 到 63。对于 DS90Ux941AS-Q1、DS90Ux949-Q1、DS90Ux949A-Q1、DS90Ux929-Q1 和 DS90Ux947-Q1，M 和 N 值都可以变化，因为可使用一个 800MHz 振荡器选项。内部参

考振荡器乘以 M/N 比率即可生成目标像素时钟 (  $PCLK = M/N * (\text{振荡器频率})$  )。表 2-2 显示了一些示例视频模式、分频器值和刷新率。

**表 2-2. 示例视频模式和刷新率 ( 200MHz 振荡器 )**

活动分辨率		总分辨率		总像素	分频比 <sup>(4)</sup>	最小刷新率 (Hz)	典型刷新率 (Hz) <sup>(1)</sup>	最大刷新率 (Hz)
水平	垂直	水平	垂直					
400	240	480	288	138240	24	48.2	60.3	72.3
960	160	1152	192	221184	15	48.2	60.3	72.3
640	480	800	525	420000	8	47.6	59.5	71.4
800	480	840	485	407400	8	49.1	61.4	73.6
1280	480	1320	485	640200	5	50.0	62.5	75.0
800	600	1056	628	663168	5	48.3	60.3	72.4
1024	768	1344	806	1083264	3	49.2	61.5	73.9
1280	768	1440	798	1149120	3	46.4	58.0	69.6
1280	800	1450	844	1223800	3	43.6	54.5	65.4
1360	768	1792	795	1424640	3	37.4	46.8	56.2
1920 <sup>(2)</sup>	1080 <sup>(2)</sup>	2047	1125	2302875	3	23.2	28.9	34.7
1920 <sup>(3)</sup>	1080 <sup>(3)</sup>	2200	1125	2302875	2	30.4	43.4	56.5

- (1) 最小刷新率、典型刷新率和最大刷新率分别与 140MHz ( 最小值 )、200MHz ( 典型值 ) 和 260MHz ( 最大值 ) 的器件内部振荡器参考频率变化相关。
- (2) 1080p30 目标分辨率
- (3) 1080p60 目标分辨率 - 仅在 94x 双链路器件上受支持
- (4) 此表中的分频比假定 M/N 分频器的 M 值为 1

**NOTE**

DS90Ux928Q-Q1 和 DS90UB924-Q1 解串器需要额外配置才能使用内部生成的像素时钟。请参阅表 3-3 了解更多详细信息。

**2.4 图形选择**

图形发生器提供 14 个 ( DS90Ux925Q-Q1/DS90Ux926Q-Q1/DS90UB921-Q1 ) 或 17 个 ( 所有其他上述器件 ) 内置颜色图形：

1. 全屏白色
2. 全屏黑色
3. 全屏红色
4. 全屏绿色
5. 全屏蓝色
6. 水平缩放黑色到白色
7. 水平缩放黑色到红色
8. 水平缩放黑色到绿色
9. 水平缩放黑色到蓝色
10. 垂直缩放黑色到白色
11. 垂直缩放黑色到红色
12. 垂直缩放黑色到绿色
13. 垂直缩放黑色到蓝色
14. 全屏用户可配置颜色
15. VCOM ( 不适用于 921/925Q/926Q )
16. 黑色与白色 ( 或用户可配置的颜色 ) 棋盘 ( 不适用于 921/925Q/926Q )
17. 垂直色条 ( 不适用于 921/925Q/926Q )

**NOTE**

色条图形在自动滚动模式下不可用。

## 2.5 图形反转

图形发生器还包含一个全局反转控制特性，在激活后会执行输出图形的按位反转。例如，全屏红色图形变成全屏青色，而垂直缩放的黑色到绿色图形变成垂直缩放的白色到洋红色图形。

## 2.6 自动滚动

图形发生器支持自动滚动模式，在该模式下，输出图形在启用的图形类型列表中循环。可在寄存器中定义最多 14 个图形 (925Q/921/926Q) 或最多 16 个图形 (所有其他上述器件) 的序列。这些图形可按任何顺序出现在序列中，也可出现多次。

可通过表 3-1 中所述的器件控制寄存器来访问该特性。

## 3 用于内部测试图形生成的串行控制总线寄存器

内部测试图形发生器通过内部控制寄存器进行配置和启用，通过 I2C 控制接口在本地访问，或通过 FPD-Link III 双向控制通道远程访问。图形发生器控制寄存器包含直接寄存器映射和间接寄存器映射，后者可通过间接地址指针/数据机制进行访问。

### 3.1 直接寄存器映射

直接寄存器映射用于控制和启用内部测试图形发生器的基本特性，包括所选图形、时钟和时序源。直接寄存器也用于访问间接寄存器映射空间。

#### 3.1.1 控制和配置

PGCTL 和 PGCFG 寄存器用于启用和配置图形发生器的一般行为。

表 3-1. 图形发生器直接寄存器

地址 (十六进制)	寄存器名称	位	访问	默认值 (十六进制)	功能	说明
0x64	图形发生器控制 (PGCTL)	7:4	RW	0x10	图形发生器选择	固定图形选择 此字段可选择在固定图形模式下要输出的图形。缩放的图形均匀分布在水平或垂直活动区域。启用自动滚动模式后，将忽略此字段。表 3-4 依次显示了非反转颜色模式和反转颜色模式下的颜色选择 0000 : ( 不适用于 921/925Q/926Q ) 棋盘 0001 : 白色/黑色 0010 : 黑色/白色 0011 : 红色/青色 0100 : 绿色/洋红色 0101 : 蓝色/黄色 0110 : 水平缩放黑色到白色/白色到黑色 0111 : 水平缩放黑色到红色/青色到白色 1000 : 水平缩放黑色到绿色/洋红色到白色 1001 : 水平缩放黑色到蓝色/黄色到白色 1010 : 垂直缩放黑色到白色/白色到黑色 1011 : 垂直缩放黑色到红色/青色到白色 1100 : 垂直缩放黑色到绿色/洋红色到白色 1101 : 垂直缩放黑色到蓝色/黄色到白色 1110 : 在 PGRS、PGGS、PGBS 寄存器中配置的自定义颜色 ( 或其反转颜色 ) 1111 : ( 仅适用于 927Q/928Q ) VCOM
		3			保留	
		2	RW		色条图形	( 不适用于 921/925Q/926Q ) 启用色条图形 0 : 禁用色条 ( 默认值 ) 1 : 启用色条 覆盖位 [7:4] 的选择
		1	RW		VCOM 图形反转	( 不适用于 921/925Q/926Q ) VCOM 图形中的色带倒序 0 : 从左上角开始的顺序是 ( YCBR ) ( 默认值 ) 1 : 从左上角开始的顺序是 ( RBCY )
		0	RW		图形发生器启用	图形发生器启用 1 : 启用图形发生器 <sup>(1)</sup> 0 : 禁用图形发生器

**表 3-1. 图形发生器直接寄存器 (continued)**

地址 (十六进制)	寄存器名称	位	访问	默认值 (十六进制)	功能	说明
0x65	图形发生器配置 (PGCFG)	7		0x00		保留
		6	RW		棋盘缩放	(不适用于 921/925Q/926Q) 缩放棋盘图形 0: 正常工作模式 (每个方块为 1x1 像素) (默认值) 1: 将棋盘图形 (VCOM 和棋盘) 放大 8 倍 (每个方块为 8x8 像素) 设置该位可赋予棋盘图形更好的可见性
		5	RW		自定义棋盘	(不适用于 921/925Q/926Q) 在棋盘图形中使用自定义颜色 0: 使用白色和黑色棋盘图形 (默认值) 1: 在棋盘图形中使用自定义颜色和黑色
		4	RW		图形发生器 18 位	18 位模式选择 1: 启用 18 位颜色图形生成。缩放的图形有 64 级亮度, 且 R、G 和 B 输出使用六个最高有效的颜色位。 0: 启用 24 位图形生成。缩放的图形使用 256 级亮度。
		3	RW		图形发生器外部时钟	选择外部时钟源 1: 使用内部时钟时选择外部像素时钟。 0: 使用内部时钟时选择内部分频时钟。该位在外部时钟模式 (PATGEN_TSEL = 0) 下无效。
		2	RW		图形发生器时序选择	时序选择控制 1: 图形发生器按照图形发生器总帧大小、活动帧大小、水平同步宽度、垂直同步宽度、水平后沿、垂直后沿和同步配置寄存器中的配置创建自己的视频时序。 0: 图形发生器使用来自像素时钟、数据使能、水平同步和垂直同步信号的外部视频时序。
		1	RW		图形发生器颜色反转	启用反转颜色图形 1: 反转颜色输出。 0: 不反转颜色输出。
		0	RW		图形发生器自动滚动启用	自动滚动启用: 1: 在图形发生器帧时间寄存器 (PGFT) 中指定的帧数之后, 图形发生器自动移动到下一个启用的图形。 0: 图形发生器保持当前图形。
0x68	图形发生器调试 (PGDBG) 仅适用于 948 和 940/940N	7:4	RW	0x00	PATGEN 调试选择	测试多路复用器选择: 该字段用于选择要在 PGTSTDAT 寄存器中监测的信号。可在串行器处于 PATGEN 模式时或在正常运行期间监测这些信号。该寄存器的位 3 必须设置为高电平才能启用测试多路复用器。 0000: 视频活动高度 LSB [5:0] 0001: 视频活动高度 MSB [11:6] 0010: 视频活动宽度 LSB [5:0] 0011: 视频活动宽度 MSB [11:6]
		3	RW		PATGEN BIST 启用	图形发生器 BIST 启用: 在 BIST 模式下启用图形发生器。图形发生器会将接收到的视频数据与本地生成的图形进行比较。上游器件必须编程为相同的图形。在启用该位之前, 不应设置寄存器 0x64 中的 PATGEN 启用。
		2	RW		保留	
		1	RW		保留	
		0	RW		PATGEN 调试采样	触发所选测试多路复用器的数据采样。必须在从 PGTSTDAT 读回测试数据之前设置该位。该位会自行清除



表 3-1. 图形发生器直接寄存器 (continued)

地址 (十六进制)	寄存器名称	位	访问	默认值 (十六进制)	功能	说明
0x69	图形发生器测试数据 (PGTSTDAT) 仅适用于 948 和 940/940N	7	R	0x00	图形发生器 BIST 错误	图形发生器 BIST 模式期间的图形发生器 BIST 错误标志, 该位指示 BIST 引擎是否检测到错误。如果 BIST 错误计数 (位于图形发生器间接寄存器中) 为非零, 则将设置该标志。
		6	R		保留	
		5:0	R		图形发生器测试数据	测试数据: 该字段包含基于 PGDBG 中的测试多路复用器选择情况的数据输出。PGDBG 中的 PATGEN 调试采样位必须设置为高电平以触发对此数据的更新。

(1) 解串器侧的 PATGEN 只应通过本地 I2C 启用, 而不应通过串行器远程控制启用。从串行器侧远程启用 PATGEN 将导致双向控制通道上的 I2C 通信丢失。

### 3.1.2 间接访问地址和数据

PGIA 和 PGID 寄存器用于间接访问内部测试图形发生器的详细配置寄存器。要使用这些寄存器来访问间接寄存器空间, 请执行以下步骤:

- 将 PGIA 设置为要读取/写入的间接寄存器地址。
- 要读取间接寄存器: 从 PGID 读取。
- 要写入间接寄存器: 将间接寄存器数据写入 PGID。

表 3-2. 图形发生器间接寄存器

地址 (十六进制)	寄存器名称	位	访问	默认值 (十六进制)	功能	说明
0x66	图形发生器间接地址 (PGIA)	7:0	RW	0x00	间接地址	该 8 位字段可设置用于访问间接映射寄存器的间接地址。应该在读取或写入图形发生器间接数据寄存器 (PGID) 之前写入它。
0x67	图形发生器间接数据 (PGID)	7:0	RW	0x00	间接数据	向间接寄存器写入时, 该寄存器包含要写入的数据。从间接寄存器读取时, 该寄存器包含读回值。

### 3.1.3 DS90Ux928Q-Q1/DS90UB924-Q1 内部时钟源

DS90Ux928Q-Q1 和 DS90UB924-Q1 解串器需要一个额外的配置步骤才能使用自身的内部时钟源。请注意, 如果像素时钟来自外部 (从串行器接收), 则不需要此步骤。在使用内部像素时钟源启用内部测试图形发生器之前, 请配置如下所示的寄存器:

表 3-3. DS90Ux928Q-Q1/DS90UB924-Q1 图形发生器内部时钟使能

地址 (十六进制)	寄存器名称	位	访问	默认值 (十六进制)	功能	说明
0x39	PG 内部时钟使能	7:2		0x00		保留
		1	RW		PG INT CLK	启用图形发生器内部时钟 必须使用该位来设置图形发生器内部时钟生成 0: 具有外部 PCLK 的图形发生器 1: 具有内部 PCLK 的图形发生器
		0				保留

### 3.2 间接寄存器映射

可通过间接地址寄存器空间访问其他图形发生器特性。可通过间接访问地址 (PGIA) 和数据 (PGID) 控制寄存器读取/写入这些寄存器。

**NOTE**

只能在禁用图形发生器后修改间接寄存器。

**表 3-4. 图形发生器间接地址**

地址 (十六进制)	访问	标签 (名称)	说明
<b>常规控制寄存器</b>			
0x00	RW	PGRS	图形发生器红色子像素
0x01	RW	PGGS	图形发生器绿色子像素
0x02	RW	PGBS	图形发生器蓝色子像素
<b>内部时序控制寄存器</b>			
0x03	RW	PGCDC	图形发生器时钟分频器控制
0x04	RW	PGTFS1	图形发生器总帧大小 1
0x05	RW	PGTFS2	图形发生器总帧大小 2
0x06	RW	PGTFS3	图形发生器总帧大小 3
0x07	RW	PGAFS1	图形发生器活动帧大小 1
0x08	RW	PGAFS2	图形发生器活动帧大小 2
0x09	RW	PGAFS3	图形发生器活动帧大小 3
0x0A	RW	PGHSW	图形发生器水平同步宽度
0x0B	RW	PGVSW	图形发生器垂直同步宽度
0x0C	RW	PGHBP	图形发生器水平后沿
0x0D	RW	PGVBP	图形发生器垂直后沿
0x0E	RW	PGSC	图形发生器同步配置
<b>自动滚动控制寄存器</b>			
0x0F	RW	PGFT	图形发生器帧时间
0x10	RW	PGTSC	图形发生器时隙配置
0x11	RW	PGTSO1	图形发生器时隙顺序 1
0x12	RW	PGTSO2	图形发生器时隙顺序 2
0x13	RW	PGTSO3	图形发生器时隙顺序 3
0x14	RW	PGTSO4	图形发生器时隙顺序 4
0x15	RW	PGTSO5	图形发生器时隙顺序 5
0x16	RW	PGTSO6	图形发生器时隙顺序 6
0x17	RW	PGTSO7	图形发生器时隙顺序 7
0x18	RW	PGTSO8	图形发生器时隙顺序 8 (不适用于 921/925Q/926Q)
0x19	R	PGBE	图形发生器 BIST 错误 (仅在 DS90Ux948-Q1 或 DS90Ux940-Q1/ DS90Ux940N-Q1 上可用)
0x1A	RW	PGCDC2	图形发生器时钟分频器 M 配置 (仅在 DS90Ux941AS-Q1、 DS90Ux949-Q1、DS90Ux949A-Q1、DS90Ux929-Q1 和 DS90Ux947-Q1 上可用)

**3.2.1 常规控制**

图形发生器红色子像素 (PGRS)，地址 0x00 (表 3-4)。

当选择了自定义颜色时，该寄存器控制红色子像素。

**表 3-5. 图形发生器红色子像素 (PGRS)**

位	访问	字段	默认值 (二进制)	说明
7:0	RW	PATGEN_RSP	00000000	红色子像素： 该字段是自定义颜色的 8 位红色子像素。

图形发生器绿色子像素 (PGGS)，地址 0x01 (表 3-4)。

当选择了自定义颜色时，该寄存器控制绿色子像素。

表 3-6. 图形发生器绿色子像素 (PGGS)

位	访问	字段	默认值 (二进制)	说明
7:0	RW	PATGEN_GSP	00000000	绿色子像素： 该字段是自定义颜色的 8 位绿色子像素。

图形发生器蓝色子像素 (PGBS)，地址 0x02 (表 3-4)。

当选择了自定义颜色时，该寄存器控制蓝色子像素。

表 3-7. 图形发生器蓝色子像素 (PGBS)

位	访问	字段	默认值 (二进制)	说明
7:0	RW	PATGEN_BSP	00000000	蓝色子像素： 该字段是自定义颜色的 8 位蓝色子像素。

### 3.2.2 内部时序控制

内部时序控制寄存器可为内部时序模式配置生成的像素时钟频率和视频帧参数。下面表 3-8 显示了 61.4Hz、800x480 分辨率下配置的默认值。

表 3-8. 内部时序默认值

参数	默认值	单位
时钟分频器	8	-
刷新率	61.4	Hz
总水平宽度	840	像素
总垂直宽度	485	行
活动水平宽度	800	像素
活动垂直宽度	480	行
水平同步宽度	10	像素
垂直同步宽度	2	行
水平后沿	10	像素
垂直后沿	2	行
水平同步极性	负	不适用
垂直同步极性	负	不适用

图形发生器时钟分频器 N 配置 (PGCDC1)，地址 0x03 (表 3-4)。

当选择了内部像素时钟时，该寄存器控制内部时钟的 N 分频器。对于除 DS90Ux941AS-Q1、DS90Ux949-Q1、DS90Ux949A-Q1、DS90Ux929-Q1 和 DS90Ux947-Q1 之外的所有器件，假定 M 时钟分频器值为 1。

表 3-9. 图形发生器时钟分频器 N 配置 (PGCDC1)

位	访问	字段	默认值 (二进制)	说明
7:6		保留	00	<b>保留。</b> 读取将返回 0，写入将被忽略。
5:0	RW	PATGEN_CDIV_N	001000	时钟分频器： 当图形发生器使用内部时序时，该字段为内部 200MHz 时钟配置“N”时钟分频器。有效值为 2 到 63；值 0 和 1 是保留值，不得使用。

图形发生器总帧大小 1 (PGTFS1)，地址 0x04 (表 3-4)。

该寄存器与总帧大小 2 寄存器一起用于配置帧的总水平宽度。当已启用内部视频时序时，使用该寄存器中的值。

**表 3-10. 图形发生器总帧大小 1 ( PGTFS1 )**

位	访问	字段	默认值 ( 二进制 )	说明
7:0	RW	PATGEN_THW	01001000	总水平宽度： 该字段是帧的 12 位总水平宽度的 8 个最低有效位 ( 以像素为单位 )。仅当图形发生器被禁用时，才应写入该字段。

图形发生器总帧大小 2 ( PGTFS2 )，地址 0x05 ( 表 3-4 )。

该寄存器与总帧大小 1 寄存器一起用于配置帧的总水平宽度。此外，该寄存器与总帧大小 3 寄存器一起用于配置帧的总垂直宽度。当内部视频时序被启用时，使用该寄存器中的值。

**表 3-11. 图形发生器总帧大小 2 ( PGTFS2 )**

位	访问	字段	默认值 ( 二进制 )	说明
7:4	RW	PATGEN_TVW	0101	总垂直宽度： 该字段是帧的 12 位总垂直宽度的 4 个最低有效位 ( 以行为单位 )。仅当图形发生器被禁用时，才应写入该字段。
3:0	RW	PATGEN_THW	0011	总水平宽度： 该字段是帧的 12 位总水平宽度的 4 个最高有效位 ( 以像素为单位 )。仅当图形发生器被禁用时，才应写入该字段。

图形发生器总帧大小 3 ( PGTFS3 )，地址 0x06 ( 表 3-4 )。

该寄存器与总帧大小 2 寄存器一起用于配置帧的总垂直宽度。当内部视频时序被启用时，使用该寄存器中的值。

**表 3-12. 图形发生器总帧大小 3 ( PGTFS3 )**

位	访问	字段	默认值 ( 二进制 )	说明
7:0	RW	PATGEN_TVW	00011110	总垂直宽度： 该字段是帧的 12 位总垂直宽度的 8 个最高有效位 ( 以行为单位 )。仅当图形发生器被禁用时，才应写入该字段。

图形发生器活动帧大小 1 ( PGAFS1 )，地址 0x07 ( 表 3-4 )。

该寄存器与活动帧大小 2 寄存器一起用于配置帧的活动水平宽度。当内部视频时序被启用时，使用该寄存器中的值。

**表 3-13. 图形发生器活动帧大小 1 ( PGAFS1 )**

位	访问	字段	默认值 ( 二进制 )	说明
7:0	RW	PATGEN_AHW	00100000	活动水平宽度： 该字段是帧的 12 位活动水平宽度的 8 个最低有效位 ( 以像素为单位 )。仅当图形发生器被禁用时，才应写入该字段。

图形发生器活动帧大小 2 ( PGAFS2 )，地址 0x08 ( 表 3-4 )。

该寄存器与活动帧大小 1 寄存器一起用于配置帧的活动水平宽度。此外，该寄存器与活动帧大小 3 寄存器一起用于配置帧的活动垂直宽度。当内部视频时序被启用时，使用该寄存器中的值。

**表 3-14. 图形发生器活动帧大小 2 ( PGAFS2 )**

位	访问	字段	默认值 ( 二进制 )	说明
7:4	RW	PATGEN_AVW	0000	活动垂直宽度： 该字段是帧的 12 位活动垂直宽度的 4 个最低有效位 ( 以行为单位 )。仅当图形发生器被禁用时，才应写入该字段。
3:0	RW	PATGEN_AHW	0011	活动水平宽度： 该字段是帧的 12 位活动水平宽度的 4 个最高有效位 ( 以像素为单位 )。仅当图形发生器被禁用时，才应写入该字段。

图形发生器活动帧大小 3 ( PGAFS3 )，地址 0x09 ( 表 3-4 )。

该寄存器与活动帧大小 2 寄存器一起用于配置帧的活动垂直宽度。当内部视频时序被启用时，使用该寄存器中的值。

**表 3-15. 图形发生器活动帧大小 3 ( PGAFS3 )**

位	访问	字段	默认值 ( 二进制 )	说明
7:0	RW	PATGEN_AVW	00011110	活动垂直宽度： 该字段是帧的 12 位活动垂直宽度的 8 个最高有效位 ( 以行为单位 )。仅当图形发生器被禁用时，才应写入该字段。

图形发生器水平同步宽度 ( PGHSW )，地址 0x0A ( 表 3-4 )。

该寄存器可配置帧的水平同步宽度。当内部视频时序被启用时，使用该寄存器中的值。

**表 3-16. 图形发生器水平同步宽度 ( PGHSW )**

位	访问	字段	默认值 ( 二进制 )	说明
7:0	RW	PATGEN_HSW	00001010	水平同步宽度： 该字段可控制水平同步脉冲的宽度 ( 以像素为单位 )。有效值为 1-255。仅当图形发生器被禁用时，才应写入该字段。

图形发生器垂直同步宽度 ( PGVSW )，地址 0x0B ( 表 3-4 )。

该寄存器可配置帧的垂直同步宽度。当内部视频时序被启用时，使用该寄存器中的值。

**表 3-17. 图形发生器垂直同步宽度 ( PGVSW )**

位	访问	字段	默认值 ( 二进制 )	说明
7:0	RW	PATGEN_VSW	00000010	垂直同步宽度： 该字段可控制垂直同步脉冲的宽度 ( 以行为单位 )。有效值为 1-255。仅当图形发生器被禁用时，才应写入该字段。

图形发生器水平后沿 ( PGHBP )，地址 0x0C ( 表 3-4 )。

该寄存器可配置帧的水平后沿宽度。当内部视频时序被启用时，使用该寄存器中的值。

**表 3-18. 图形发生器水平后沿 ( PGHBP )**

位	访问	字段	默认值 ( 二进制 )	说明
7:0	RW	PATGEN_HBP	00001010	水平后沿宽度： 该字段可控制水平后沿的宽度 ( 以像素为单位 )。有效值为 1-255。仅当图形发生器被禁用时，才应写入该字段。

图形发生器垂直后沿 ( PGVBP )，地址 0x0D ( 表 3-4 )。

该寄存器可配置帧的水平后沿宽度。当内部视频时序被启用时，使用该寄存器中的值。

**表 3-19. 图形发生器垂直后沿 ( PGVBP )**

位	访问	字段	默认值 ( 二进制 )	说明
7:0	RW	PATGEN_VBP	00000010	垂直后沿宽度： 该字段可控制垂直后沿的宽度 ( 以行为单位 )。有效值为 1-255。仅当图形发生器被禁用时，才应写入该字段。

图形发生器同步配置 ( PGSC )，地址 0x0E ( 表 3-4 )。

该寄存器可配置水平和垂直同步信号发生器。

**表 3-20. 图形发生器同步配置 ( PGSC )**

位	访问	字段	默认值 ( 二进制 )	说明
7:4		保留	0000	保留： 读取将返回 0，写入将被忽略。

**表 3-20. 图形发生器同步配置 ( PGSC ) (continued)**

位	访问	字段	默认值 (二进制)	说明
3	RW	PATGEN_VS_DIS	0	垂直同步禁用： 当图形发生器处于内部时序模式时，禁用垂直同步信号。当图形发生器处于外部时序模式时，该位无效。仅当图形发生器被禁用时，才应写入该位。
2	RW	PATGEN_HS_DIS	0	水平同步禁用： 当图形发生器处于内部时序模式时，禁用水平同步信号。当图形发生器处于外部时序模式时，该位无效。仅当图形发生器被禁用时，才应写入该位。
1	RW	PATGEN_VS_POL	1	垂直同步极性： 如果为 1，图形发生器将在处于内部时序模式时反转垂直同步信号。当图形发生器处于外部时序模式时，该位无效。仅当图形发生器被禁用时，才应写入该位。
0	RW	PATGEN_HS_POL	1	水平同步极性： 如果为 1，图形发生器将在处于内部时序模式时反转水平同步信号。当图形发生器处于外部时序模式时，该位无效。仅当图形发生器被禁用时，才应写入该位。

### 3.2.3 自动滚动控制

图形发生器帧时间 ( PGFT )，偏移 0x0F ( 表 3-4 )。

启用自动滚动后，该寄存器可配置每个图形显示的帧数。

**表 3-21. 图形发生器帧时间 ( PGFT )**

位	访问	字段	默认值 (二进制)	说明
7:0	RW	PATGEN_FTIME	00011110	帧时间： 启用自动滚动后，该字段以两帧为增量控制每个图形显示的帧数。有效的寄存器值为 1-255，提供了 2 和 510 之间 (含 2 和 510) 偶数的可编程范围。

图形发生器时隙配置 ( PGTSC )，偏移 0x10 ( 表 3-4 )。

该寄存器可配置为自动滚动启用的时隙数。

**表 3-22. 图形发生器时隙配置 ( PGTSC )**

位	访问	字段	默认值 (二进制)	说明
7:4		保留	0000	保留： 读取将返回 0，写入将被忽略。
3:0	RW	PATGEN_TSLOT	1110	时隙： 该字段可配置为自动滚动启用的时隙数。有效值为 1-14 ( 925Q/921/926Q ) 或 1-16 ( 所有其他上述器件 )。

图形发生器时隙顺序 1 ( PGTSO1 )，偏移 0x11 ( 表 3-4 )。

该寄存器可配置时隙 1 和 2 的图形。

**表 3-23. 图形发生器时隙顺序 1 ( PGTSO1 )**

位	访问	字段	默认值 (二进制)	说明
7:4	RW	PATGEN_TS2	0010	时隙 2 图形： 该字段可配置在时隙 2 中启用的图形。有效值为 1-14 ( 925Q/921/926Q ) 或 0-15 ( 所有其他上述器件 )。
3:0	RW	PATGEN_TS1	0001	时隙 1 图形： 该字段可配置在时隙 1 中启用的图形。有效值为 1-14 ( 925Q/921/926Q ) 或 0-15 ( 所有其他上述器件 )。

图形发生器时隙顺序 2 ( PGTSO2 )，偏移 0x12 ( 表 3-4 )。

该寄存器可配置时隙 3 和 4 的图形。

**表 3-24. 图形发生器时隙顺序 2 ( PGTSO2 )**

位	访问	字段	默认值 (二进制)	说明
7:4	RW	PATGEN_TS4	0100	时隙 4 图形： 该字段可配置在时隙 4 中启用的图形。有效值为 1-14 ( 925Q/921/926Q ) 或 0-15 ( 所有其他上述器件 )。
3:0	RW	PATGEN_TS3	0011	时隙 3 图形： 该字段可配置在时隙 3 中启用的图形。有效值为 1-14 ( 925Q/921/926Q ) 或 0-15 ( 所有其他上述器件 )。

图形发生器时隙顺序 3 ( PGTSO3 ) ， 偏移 0X13 ( 表 3-4 ) 。

该寄存器可配置时隙 5 和 6 的图形。

**表 3-25. 图形发生器时隙顺序 3 ( PGTSO3 )**

位	访问	字段	默认值 (二进制)	说明
7:4	RW	PATGEN_TS6	0110	时隙 6 图形： 该字段可配置在时隙 6 中启用的图形。有效值为 1-14 ( 925Q/921/926Q ) 或 0-15 ( 所有其他上述器件 )。
3:0	RW	PATGEN_TS5	0101	时隙 5 图形： 该字段可配置在时隙 5 中启用的图形。有效值为 1-14 ( 925Q/921/926Q ) 或 0-15 ( 所有其他上述器件 )。

图形发生器时隙顺序 4 ( PGTSO4 ) ， 偏移 0X14 ( 表 3-4 ) 。

该寄存器可配置时隙 7 和 8 的图形。

**表 3-26. 图形发生器时隙顺序 4 ( PGTSO4 )**

位	访问	字段	默认值 (二进制)	说明
7:4	RW	PATGEN_TS8	1000	时隙 8 图形： 该字段可配置在时隙 8 中启用的图形。有效值为 1-14 ( 925Q/921/926Q ) 或 0-15 ( 所有其他上述器件 )。
3:0	RW	PATGEN_TS7	0111	时隙 7 图形： 该字段可配置在时隙 7 中启用的图形。有效值为 1-14 ( 925Q/921/926Q ) 或 0-15 ( 所有其他上述器件 )。

图形发生器时隙顺序 5 ( PGTSO5 ) ， 偏移 0X15 ( 表 3-4 ) 。

该寄存器可配置时隙 9 和 10 的图形。

**表 3-27. 图形发生器时隙顺序 5 ( PGTSO5 )**

位	访问	字段	默认值 (二进制)	说明
7:4	RW	PATGEN_TS10	1010	时隙 10 图形： 该字段可配置在时隙 10 中启用的图形。有效值为 1-14 ( 925Q/921/926Q ) 或 0-15 ( 所有其他上述器件 )。
3:0	RW	PATGEN_TS9	1001	时隙 9 图形： 该字段可配置在时隙 9 中启用的图形。有效值为 1-14 ( 925Q/921/926Q ) 或 0-15 ( 所有其他上述器件 )。

图形发生器时隙顺序 6 ( PGTSO6 ) ， 偏移 0X16 ( 表 3-4 ) 。

该寄存器可配置时隙 11 和 12 的图形。

**表 3-28. 图形发生器时隙顺序 6 ( PGTSO6 )**

位	访问	字段	默认值 ( 二进制 )	说明
7:4	RW	PATGEN_TS12	1100	时隙 12 图形： 该字段可配置在时隙 12 中启用的图形。有效值为 1-14 ( 925Q/921/926Q ) 或 0-15 ( 所有其他上述器件 )。
3:0	RW	PATGEN_TS11	1011	时隙 11 图形： 该字段可配置在时隙 11 中启用的图形。有效值为 1-14 ( 925Q/921/926Q ) 或 0-15 ( 所有其他上述器件 )。

图形发生器时隙顺序 7 ( PGTSO7 )，偏移 0X17 ( 表 3-4 )。

该寄存器可配置时隙 13 和 14 的图形。

**表 3-29. 图形发生器时隙顺序 7 ( PGTSO7 )**

位	访问	字段	默认值 ( 二进制 )	说明
7:4	RW	PATGEN_TS14	1110	时隙 14 图形： 该字段可配置在时隙 14 中启用的图形。有效值为 1-14 ( 925Q/921/926Q ) 或 0-15 ( 所有其他上述器件 )。
3:0	RW	PATGEN_TS13	1101	时隙 13 图形： 该字段可配置在时隙 13 中启用的图形。有效值为 1-14 ( 925Q/921/926Q ) 或 0-15 ( 所有其他上述器件 )。

图形发生器时隙顺序 8 ( PGTSO8 )，偏移 0X18 ( 表 3-4 )。

该寄存器可配置时隙 15 和 16 的图形。

**表 3-30. 图形发生器时隙顺序 8 ( PGTSO8，在 925Q/921/926Q 上不可用 )**

位	访问	字段	默认值 ( 二进制 )	说明
7:4	RW	PATGEN_TS16	0000	时隙 16 图形： 该字段可配置在时隙 16 中启用的图形。有效值为 0-15。
3:0	RW	PATGEN_TS15	1111	时隙 15 图形： 该字段可配置在时隙 15 中启用的图形。有效值为 0-15。

图形发生器 BIST 错误 ( PGBE，仅在 DS90Ux948-Q1 和 DS90Ux940-Q1/DS90Ux940N-Q1 上可用 )，偏移 0X19 ( 表 3-4 )。

该寄存器用于从 PATGEN BIST ( 内置自检 ) 读回错误计数。

**表 3-31. 图形发生器 BIST 错误 ( PGBE，仅在 DS90Ux948-Q1 和 DS90Ux940-Q1/DS90Ux940N-Q1 上可用 )**

位	访问	字段	默认值 ( 二进制 )	说明
7:0	R	PATGEN_BIST_ERRS	00000000	PATGEN BIST 错误计数 - 读取时清除

图形发生器时钟分频器 M 配置 ( PGCDC2，仅在 DS90Ux941AS-Q1、DS90Ux949-Q1、DS90Ux949A-Q1、DS90Ux929-Q1 和 DS90Ux947-Q1 上可用 )，偏移 0X1A ( 表 3-4 )。

该寄存器为 941AS/949/949A/929/947 器件配置 M 分频器值。调整该值可以启用 800MHz 标称时钟而非 200MHz 标称时钟。使用 800MHz 时钟 PATGEN 时，建议强制采用 FPD-Link 单路/双路模式，以防止器件误检测单路/双路工作模式。请参阅相应串行器中的 DUAL\_CTL1 寄存器，以了解强制采用单路或双路 FPD-Link 的设置。

**表 3-32. 图形发生器时钟分频器 M 配置 ( PGCDC2，仅在 DS90Ux941AS-Q1、DS90Ux949-Q1、DS90Ux949A-Q1、DS90Ux929-Q1 和 DS90Ux947-Q1 上可用 )**

位	访问	字段	默认值 ( 二进制 )	说明
7:5	R	保留	0000	



表 3-32. 图形发生器时钟分频器 M 配置 ( PGCDC2, 仅在 DS90Ux941AS-Q1、DS90Ux949-Q1、DS90Ux949A-Q1、DS90Ux929-Q1 和 DS90Ux947-Q1 上可用 ) (continued)

位	访问	字段	默认值 (二进制)	说明
4:0	RW	PATGEN_CDIV_M	0001	时钟分频器：该字段为 941AS/949/949A/929/947 上内部生成的像素时钟配置“M”时钟分频器。如果 PGCDC2:PGEN_CDIV_M 为 1，则内部像素时钟频率的标称值为 ( 200/N ) MHz。如果 PGCDC2:PGEN_CDIV_M 大于 1，则内部像素时钟频率的标称值为 ( 800*M/N ) MHz。

## 4 配置示例

### 4.1 自动滚动配置

此示例将图形发生器配置为使用外部时序滚动显示红色、绿色、蓝色序列，每个图形显示 60 个视频帧：

1. 将 0x1E 写入 PGFT 寄存器 ( 表 3-21 )。这会将帧计时器设置为 60。
2. 将 0x03 写入 PGTSC 寄存器 ( 表 3-22 )。这会将活动图形的数量设置为 3。
3. 将 0x43 写入 PGTSO1 寄存器 ( 表 3-23 )。这会将图形 1 设置为红色 ( 3 ) 并将图形 2 设置为绿色 ( 4 )。
4. 将 0x05 写入 PGTSO2 寄存器 ( 表 3-24 )。这会将图形 3 设置为蓝色 ( 5 )；图形 4 将被忽略。
5. 将 0x01 写入 PGCFG 寄存器 ( 表 3-1 )，以启用使用外部时序的自动滚动。
6. 将 0x01 写入 PGCTL 寄存器 ( 表 3-1 )，以启用图形发生器。

### 4.2 内部默认时序配置

此示例将配置图形发生器的内部默认时序值，如表 3-8 所示：

1. 将 0x03 写入地址 0x65 PGCFG ( 表 3-1 ) 以使用内部时钟启用 24 位图形生成。
2. ( 仅适用于 DS90Ux928Q-Q1 和 DS90UB924-Q1 ) 将 0x02 写入地址 0x39 ( PG INT CLK ) 以启用图形发生器内部时钟
3. 将 0x11 写入地址 0x64 PGCTL ( 表 3-1 ) 以使用白色/黑色图形或提供的 14 个图形之一启用图形发生器。

### 4.3 自定义显示配置

此示例使用像素时钟和内部生成的所有时序信号为图形发生器配置自定义分辨率：

表 4-1. 自定义显示示例

参数	值	单位
像素时钟	37.007	MHz
总水平宽度	1176	像素
总垂直高度	525	像素
活动水平宽度	800	像素
活动垂直高度	480	像素
水平同步宽度	10	像素
垂直同步宽度	2	像素
水平后沿	216	像素
垂直后沿	35	像素
水平同步极性	负	-
垂直同步极性	负	-

### 配置序列

1. 设置像素时钟和活动帧大小。活动水平宽度：800 ( 十进制 ) = 0011 0010 0000 ( 二进制 )，活动垂直高度：480 ( 十进制 ) -> 0001 1110 0000 ( 二进制 )
  - a. 将 0x03 ( 表 3-2 ) 写入地址 0x66 PGIA ( 表 3-2 ) 以启用 PGCDC1，然后将 0x06 ( 表 3-9 ) 写入地址 0x67 PGID ( 表 3-2 ) 以将时钟分频器设置为 6 ( 200/33.3 )。
  - b. 将 0x07 ( 表 3-2 ) 写入地址 0x66 PGIA ( 表 3-2 ) 以启用 PGAFS1，然后将 0x20 ( 表 3-13 ) 写入地址 0x67 PGID ( 表 3-2 ) 以设置所需的水平活动宽度。

- c. 将 0x08 (表 3-2) 写入地址 0x66 PGIA (表 3-2) 以启用 PGAFS2, 然后将 0x03 (表 3-14) 写入地址 0x67 PGID (表 3-2) 以设置所需的垂直宽度和活动水平宽度。
- d. 将 0x09 (表 3-2) 写入地址 0x66 PGIA (表 3-2) 以启用 PGAFS3, 然后将 0x1E (表 3-15) 写入地址 0x67 PGID (表 3-2) 以设置所需的垂直宽度。

#### NOTE

33.3MHz (200/6) 是最接近所需的 37.007MHz 的可用频率。200MHz 时钟可以是 140MHz 到 260MHz 之间的任何值, 因此生成的像素时钟可以在 23.3MHz 到 43.3MHz 之间, 标称值为 33.3MHz。因此, 可通过设置 0x65 位 3 (表 3-1) 实现具有外部更精确像素时钟的内部时序。

2. 设置总帧大小。**总水平宽度**: 1176 (十进制) -> 0100 1001 1000 (二进制), **总垂直宽度**: 525 (十进制) -> 0010 0000 1101 (二进制)
  - a. 将 0x04 (表 3-2) 写入地址 0x66 PGIA (表 3-2) 以启用 PGTFSS1, 然后将 0x98 (表 3-10) 写入地址 0x67 PGID (表 3-2) 以设置所需的总水平宽度。
  - b. 将 0x05 (表 3-2) 写入地址 0x66 PGIA (表 3-2) 以启用 PGTFSS2, 然后将 0xD4 (表 3-14) 写入地址 0x67 PGID (表 3-2) 以设置所需的总垂直宽度和总水平宽度。
  - c. 将 0x06 (表 3-2) 写入地址 0x66 PGIA (表 3-2) 以启用 PGTFSS3, 然后将 0x20 (表 3-12) 写入地址 0x67 PGID (表 3-2) 以设置所需的总垂直宽度。
3. 设置后沿。**水平后沿**: 216 (十进制) CLK (从第 217 个 CLK 开始生效) -> 1101 1000 (二进制), **垂直后沿**: 35 (十进制) 行 (从第 36 行开始生效) -> 0010 0011 (二进制)
  - a. 将 0x0C (表 3-2) 写入地址 0x66 PGIA (表 3-2) 以启用 PGHBP, 然后将 0xD8 (表 3-18) 写入地址 0x67 PGID (表 3-2) 以设置所需的水平后沿宽度。
  - b. 将 0x0D (表 3-2) 写入地址 0x66 PGIA (表 3-2) 以启用 PGVBP, 然后将 0x23 (表 3-19) 写入地址 0x67 PGID (表 3-2) 以设置所需的垂直后沿宽度。
4. 设置同步宽度。**水平同步宽度**: 10 (十进制) 像素 1010 (二进制), **垂直同步宽度**: 2 (十进制) 行 0010 (二进制)
  - a. 将 0x0A (表 3-2) 写入地址 0x66 PGIA (表 3-2) 以启用 PGHSW, 然后将 0x0A (表 3-18) 写入地址 0x67 PGID (表 3-2) 以设置所需的水平同步宽度。
  - b. 将 0x0B (表 3-2) 写入地址 0x66 PGIA (表 3-2) 以启用 PGVSW, 然后将 0x02 (表 3-19) 写入地址 0x67 PGID (表 3-2) 以设置所需的垂直同步宽度。
5. 设置同步极性。
  - a. 将 0x0E (表 3-2) 写入地址 0x66 PGIA (表 3-2) 以启用 PBSC, 然后将 0x03 (表 3-18) 写入地址 0x67 PGID (表 3-2) 以将所需的水平和垂直同步极性设置为“负”。
6. 启用图形生成
  - a. 将 0x03 写入地址 0x65 PGCFG (表 3-2) 以使用内部时钟启用 24 位图形生成。
  - b. (仅适用于 DS90Ux928Q-Q1 和 DS90UB924-Q1) 将 0x02 写入地址 0x39 (PG INT CLK) 以启用图形发生器内部时钟
  - c. 将 0x11 写入地址 0x64 PGCTL (表 3-2) 以使用白色图形或提供的 14 个图形之一启用图形发生器。

#### 4.4 采用外部时钟的 1080p60 示例配置

此示例使用在串行器输入端应用的外部 PCLK 参考频率来配置图形发生器以实现 1920x1080 60Hz 输出。此示例仅适用于双路 FPD Link 模式下的 94x 器件:

表 4-2. 采用外部时钟的 1080p60 示例

参数	值	单位
像素时钟 (在外部应用)	148.5	MHz
总水平宽度	2200	像素
总垂直高度	1125	像素
活动水平宽度	1920	像素
活动垂直高度	1080	像素
水平同步宽度	44	像素
垂直同步宽度	5	像素

表 4-2. 采用外部时钟的 1080p60 示例 (continued)

参数	值	单位
水平后沿	148	像素
垂直后沿	36	像素
水平同步极性	正	-
垂直同步极性	正	-

### 配置序列

- 设置像素时钟和活动帧大小。**活动水平宽度**：1920 (十进制) = 0111 1000 0000 (二进制)，**活动垂直高度**：1080 (十进制) -> 0100 0011 1000 (二进制)
  - 将 0x07 (表 3-2) 写入地址 0x66 PGIA (表 3-2) 以启用 PGAFS1，然后将 0x80 (表 3-13) 写入地址 0x67 PGID (表 3-2) 以设置所需的水平宽度。
  - 将 0x08 (表 3-2) 写入地址 0x66 PGIA (表 3-2) 以启用 PGAFS2，然后将 0x87 (表 3-14) 写入地址 0x67 PGID (表 3-2) 以设置所需的垂直宽度和水平宽度。
  - 将 0x09 (表 3-2) 写入地址 0x66 PGIA (表 3-2) 以启用 PGAFS3，然后将 0x43 (表 3-15) 写入地址 0x67 PGID (表 3-2) 以设置所需的垂直宽度。
- 设置总帧大小。**总水平宽度**：2200 (十进制) -> 1000 1001 1000 (二进制)，**总垂直高度**：1125 (十进制) -> 0100 0110 0101 (二进制)
  - 将 0x04 (表 3-2) 写入地址 0x66 PGIA (表 3-2) 以启用 PGTFS1，然后将 0x98 (表 3-10) 写入地址 0x67 PGID (表 3-2) 以设置所需的总水平宽度。
  - 将 0x05 (表 3-2) 写入地址 0x66 PGIA (表 3-2) 以启用 PGTFS2，然后将 0x58 (表 3-14) 写入地址 0x67 PGID (表 3-2) 以设置所需的总垂直宽度和总水平宽度。
  - 将 0x06 (表 3-2) 写入地址 0x66 PGIA (表 3-2) 以启用 PGTFS3，然后将 0x46 (表 3-12) 写入地址 0x67 PGID (表 3-2) 以设置所需的总垂直高度。
- 设置后沿。**水平后沿**：148 (十进制) 1001 0100 (二进制)，**垂直后沿**：36 (十进制) 行 0010 0100 (二进制)
  - 将 0x0C (表 3-2) 写入地址 0x66 PGIA (表 3-2) 以启用 PGHBP，然后将 0x94 (表 3-18) 写入地址 0x67 PGID (表 3-2) 以设置所需的水平后沿宽度。
  - 将 0x0D (表 3-2) 写入地址 0x66 PGIA (表 3-2) 以启用 PGVBP，然后将 0x24 (表 3-19) 写入地址 0x67 PGID (表 3-2) 以设置所需的垂直后沿宽度。
- 设置同步宽度。**水平同步宽度**：44 (十进制) 像素 0010 1100 (二进制)，**垂直同步高度**：5 (十进制) 行 0101 (二进制)
  - 将 0x0A (表 3-2) 写入地址 0x66 PGIA (表 3-2) 以启用 PGHSW，然后将 0x2C (表 3-18) 写入地址 0x67 PGID (表 3-2) 以设置所需的水平同步宽度。
  - 将 0x0B (表 3-2) 写入地址 0x66 PGIA (表 3-2) 以启用 PGVSW，然后将 0x05 (表 3-19) 写入地址 0x67 PGID (表 3-2) 以设置所需的垂直同步高度。
- 设置同步极性。
  - 将 0x0E (表 3-2) 写入地址 0x66 PGIA (表 3-2) 以启用 PBSC，然后将 0x00 (表 3-18) 写入地址 0x67 PGID (表 3-2) 以将所需的水平和垂直同步极性设置为“正”。
- 启用图形生成
  - 将 0x0C 写入地址 0x65 PGCFG (表 3-2) 以设置外部时钟和内部 PATGEN 时序。
  - 将 0x05 写入地址 0x64 PGCTL (表 3-2) 以启用带有色条的 PATGEN。

### 4.5 分辨率回读示例

此示例将配置 DS90Ux947-Q1 串行器，以允许在运行期间测量 DS90Ux948-Q1 解串器检测到的活动视频尺寸。该特性可用于通过将预期的活动分辨率与检测到的分辨率进行比较来检测视频传输错误。请注意，该特性仅在系统启动期间使用，不应在正常运行期间永久启用。启用该特性会禁用 LOCK 引脚用作链路指示器，并会导致在启用/禁用该特性时视频输出中有一帧随机出现一个白色像素。出于这一原因，最好是在系统启动期间启用此回读特性，然后再启用显示背光，以免出现视觉干扰。

### 配置序列

1. 检查恢复的活动水平和垂直帧尺寸。
  - a. 将 0x09 写入地址 0x68 PGDBG (表 3-2) 以选择活动水平 LSB 并触发测试多路复用器数据的更新。
  - b. 读取 0x69 PGTSTDAT (表 3-2) 并将位 [5:0] 记录为 “AHL”。
  - c. 将 0x19 写入地址 0x68 PGDBG (表 3-2) 以选择活动水平 MSB 并触发测试多路复用器数据的更新。
  - d. 读取 0x69 PGTSTDAT (表 3-2) 并将位 [5:0] 记录为 “AHM”。
  - e. 将 0x29 写入地址 0x68 PGDBG (表 3-2) 以选择活动垂直 LSB 并触发测试多路复用器数据的更新。
  - f. 读取 0x69 PGTSTDAT (表 3-2) 并将位 [5:0] 记录为 “AVL”。
  - g. 将 0x39 写入地址 0x68 PGDBG (表 3-2) 以选择活动水平 MSB 并触发测试多路复用器数据的更新。
  - h. 读取 0x69 PGTSTDAT (表 3-2) 并将位 [5:0] 记录为 “AVM”。
  - i. 计算活动水平像素 [11:0] = [AHM:AHL] (表 3-2) (例如, AHM = 011110b, AHL = 000000b, 活动水平像素 = 011110000000b = 0x780 = 1920 像素)。
  - j. 计算活动垂直像素 [11:0] = [AVM:AVL] (表 3-2) (例如, AVM = 010000b, AVL = 111000b, 活动垂直像素 = 010000111000b = 0x438 = 1080 像素)。
2. 将测量的活动水平和垂直像素尺寸与连接到串行器侧的外部视频源的预期值进行比较。
3. 禁用回读特性
  - a. 将 0x00 写入地址 0x68

## 5 结语

本应用报告提供了 FPD Link III IVI 器件内部测试图形发生器的几个使用示例, 以及用于控制此特性的控制寄存器的详细说明。

## 6 参考文献

- 德州仪器 (TI), 《具有双向控制通道的 DS90UB925Q-Q1 5 - 85MHz 24 位彩色 FPD-Link III 串行器》数据表 (SNLS407)
- 德州仪器 (TI), 《具有 HDCP 的 DS90UH925Q-Q1 720p 24 位彩色 FPD-Link III 串行器》数据表 (SNLS336)
- 德州仪器 (TI), 《具有双向控制通道的 DS90UB921-Q1 5 - 96MHz 24 位彩色 FPD-Link III 串行器》数据表 (SNLS488)
- 德州仪器 (TI), 《具有双向控制通道的 DS90UB926Q-Q1 5 - 85MHz 24 位彩色 FPD-Link III 解串器》数据表 (SNLS422)
- 德州仪器 (TI), 《具有 HDCP 的 DS90UH926Q-Q1 720p 24 位彩色 FPD-Link III 解串器》数据表 (SNLS337)
- 德州仪器 (TI), 《具有双向控制通道的 DS90UB927Q-Q1 5MHz - 85MHz 24 位彩色 FPD-Link III 串行器》数据表 (SNLS416)
- 德州仪器 (TI), 《具有 HDCP 的 DS90UH927Q-Q1 5MHz - 85MHz 24 位彩色 FPD-Link III 串行器》数据表 (SNLS433)
- 德州仪器 (TI), 《具有双向控制通道的 DS90UB928Q-Q1 FPD-Link III 解串器》数据表 (SNLS417)
- 德州仪器 (TI), 《具有 HDCP 的 DS90UH928Q-Q1 5MHz - 85MHz 24 位彩色 FPD-Link III 解串器》数据表 (SNLS440)
- 德州仪器 (TI), 《具有双向控制通道的 DS90UB924-Q1 5MHz 至 96MHz 24 位彩色 FPD-Link III 转 OpenLDI 解串器》数据表 (SNLS512)
- 德州仪器 (TI), 《具有 HDCP 的 DS90UH948-Q1 2K FPD-Link III 转 OpenLDI 解串器》数据表 (SNLS473)
- 德州仪器 (TI), 《DS90UB948-Q1 2K FPD-Link III 转 OpenLDI 解串器》数据表 (SNLS477)
- 德州仪器 (TI), 《具有 HDCP 的 DS90UH947-Q1 1080p OpenLDI 转 FPD-Link III 串行器》数据表 (SNLS455)
- 德州仪器 (TI), 《DS90UB947-Q1 1080p OpenLDI 转 FPD-Link III 串行器》数据表 (SNLS454)
- 德州仪器 (TI), 《具有 HDCP 的 DS90UH949-Q1 1080p HDMI 转 FPD-Link III 桥接器串行器》数据表 (SNLS453)
- 德州仪器 (TI), 《DS90UB949-Q1 1080p HDMI 转 FPD-Link III 桥接器串行器》数据表 (SNLS452)
- 德州仪器 (TI), 《具有 HDCP 的 DS90UH949A-Q1 2K HDMI 转 FPD-Link III 桥接器串行器》数据表 (SNLS543)
- 德州仪器 (TI), 《DS90UB949A-Q1 2K HDMI 转 FPD-Link III 桥接器串行器》数据表 (SNLS650)
- 德州仪器 (TI), 《具有视频分离功能和 HDCP 的 DS90UH941AS-Q1 2K DSI 转 FPD-Link III 桥接器串行器》数据表 (SNLS633)

- 德州仪器 (TI), 《具有视频分离功能的 DS90UB941AS-Q1 2K DSI 转 FPD-Link III 桥接器串行器》数据表 (SNLS640)
- 德州仪器 (TI), 《具有 HDCP 的 DS90UH940N-Q1 1080p FPD-Link III 转 CSI-2 解串器》数据表 (SNLS613)
- 德州仪器 (TI), 《DS90UB940N-Q1 1080p FPD-Link III 转 CSI-2 解串器》数据表 (SNLS641)

## 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 Revision F (October 2020) to Revision G (November 2020) Page

- 修复了 PGCDC2 寄存器支持的器件中的拼写错误..... 14
- 添加了在 DS90Ux941AS-Q1、DS90Ux949-Q1、DS90Ux949A-Q1、DS90Ux929-Q1 和 DS90Ux947-Q1 上使用 800MHz 内部基本时钟时强制采用单路/双路 FPD-Link 模式的建议..... 14
- 将“PATGEN BIST 示例”重命名为“分辨率回读示例”并简化了步骤。..... 19

### Changes from Revision E (February 2020) to Revision F (October 2020) Page

- 为 DS90Ux949-Q1、DS90Ux949A-Q1、DS90Ux929-Q1 和 DS90Ux947-Q1 添加了 800MHz 基本时钟选项..4
- 向 PGCDC2 的支持列表添加了 DS90Ux949-Q1、DS90Ux949A-Q1、DS90Ux929-Q1 和 DS90Ux947-Q1.....9
- 阐明了可以调整 M 时钟分频器的受支持器件..... 11

### Changes from Revision D (June 2019) to Revision E (February 2020) Page

- 更改了文本以消除拼写错误。..... 3

### Changes from Revision C (June 2013) to Revision D (June 2019) Page

- 添加了 94x 器件。..... 3
- 添加了 921/924。..... 3
- 编辑了应用报告以使其更加清晰。.....3
- 阐明了 92x 器件之间以及 92x 与 94x 之间支持的特性差异。..... 3
- 在“内部振荡器频率”表中添加了 1080p60 目标分辨率。..... 4
- 阐明了时钟生成 94x 具有更多功能，还为 941AS 添加了 800MHz 信息。.....4
- 添加了 PATGEN BIST 寄存器。..... 6
- 添加了 941AS “M”分频器寄存器。..... 14
- 阐明了器件之间的目标时钟频率。..... 14
- 在用于设置同步极性和宽度的自定义显示示例中添加了缺失的示例代码。..... 17
- 为采用外部 PCLK 的 1080p 添加了 94x 示例代码。..... 18
- 添加了“PATGEN BIST 示例”部分。..... 19

## 重要声明和免责声明

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、某特定用途方面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功能安全、信息安全、监管或其他要求。

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 产品的应用。严禁对这些资源进行其他复制或展示。您无权使用任何其他 TI 知识产权或任何第三方知识产权。您应全额赔偿因在这些资源的使用中对 TI 及其代表造成的任何索赔、损害、成本、损失和债务，TI 对此概不负责。

TI 提供的产品受 [TI 的销售条款](#) 或 [ti.com](#) 上其他适用条款/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。

TI 反对并拒绝您可能提出的任何其他或不同的条款。

邮寄地址：Texas Instruments, Post Office Box 655303, Dallas, Texas 75265

Copyright © 2022，德州仪器 (TI) 公司