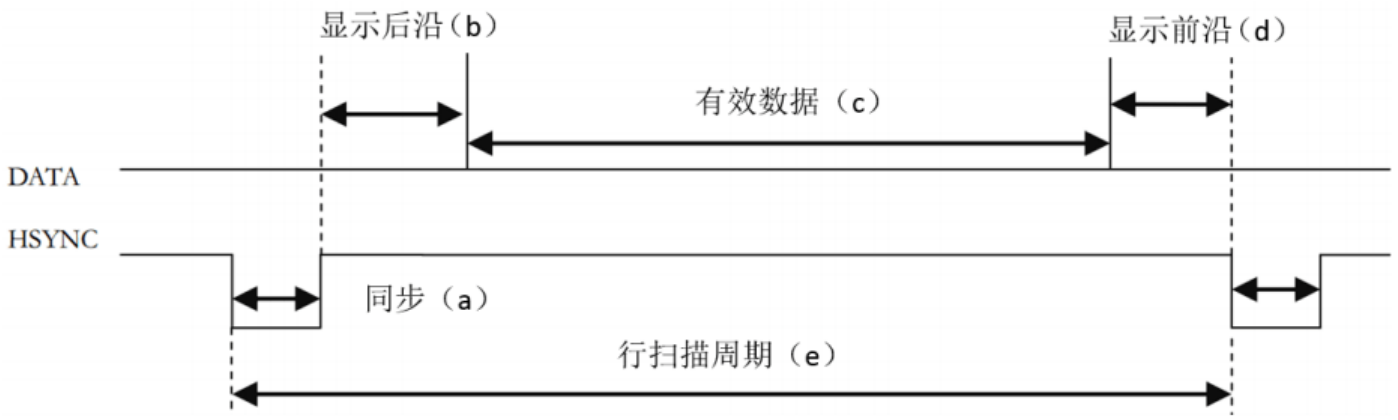
RGB LCD 示例

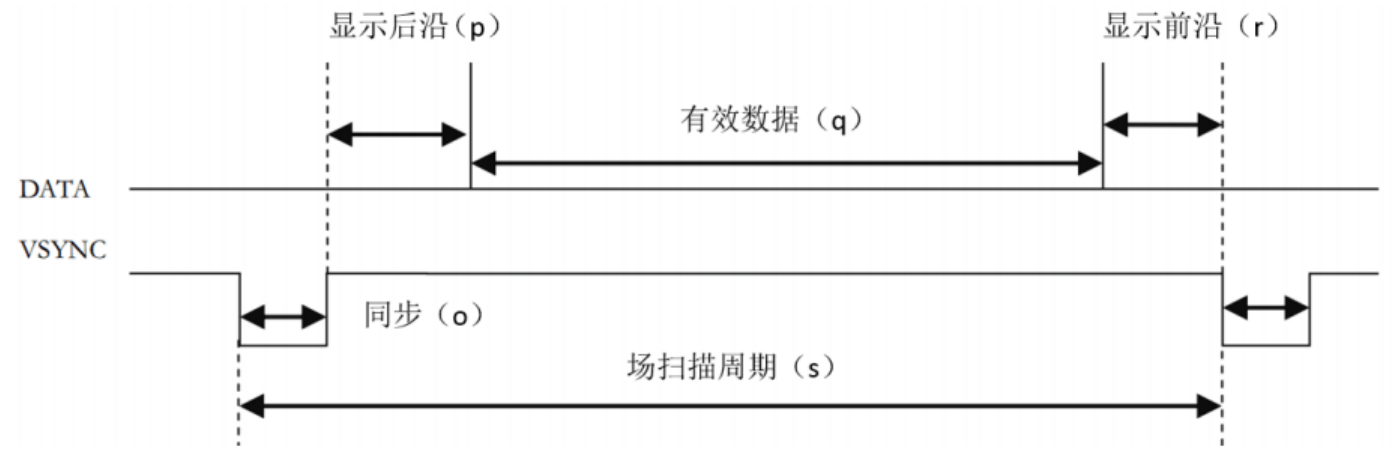
先介绍时序

RGB LCD 显示图像的原理和 VGA 类似，都是在计算机内部以数字的方式生成需要显示的图像信息，再通过模数转换的方式，将这些数字的图像信息转变为 RGB 三原色模拟信号，以及行、场同步信号。

下面就介绍 VGA 的时序



行同步时序



场同步时序

上图分别是 VGA 在数据传输中的行同步、场同步时序

从时序图中可以看出，不论是显示一行数据还是一列数据，都需要一个同步(sync)信号，数据的传输需要在两个同步信号的脉冲之间完成

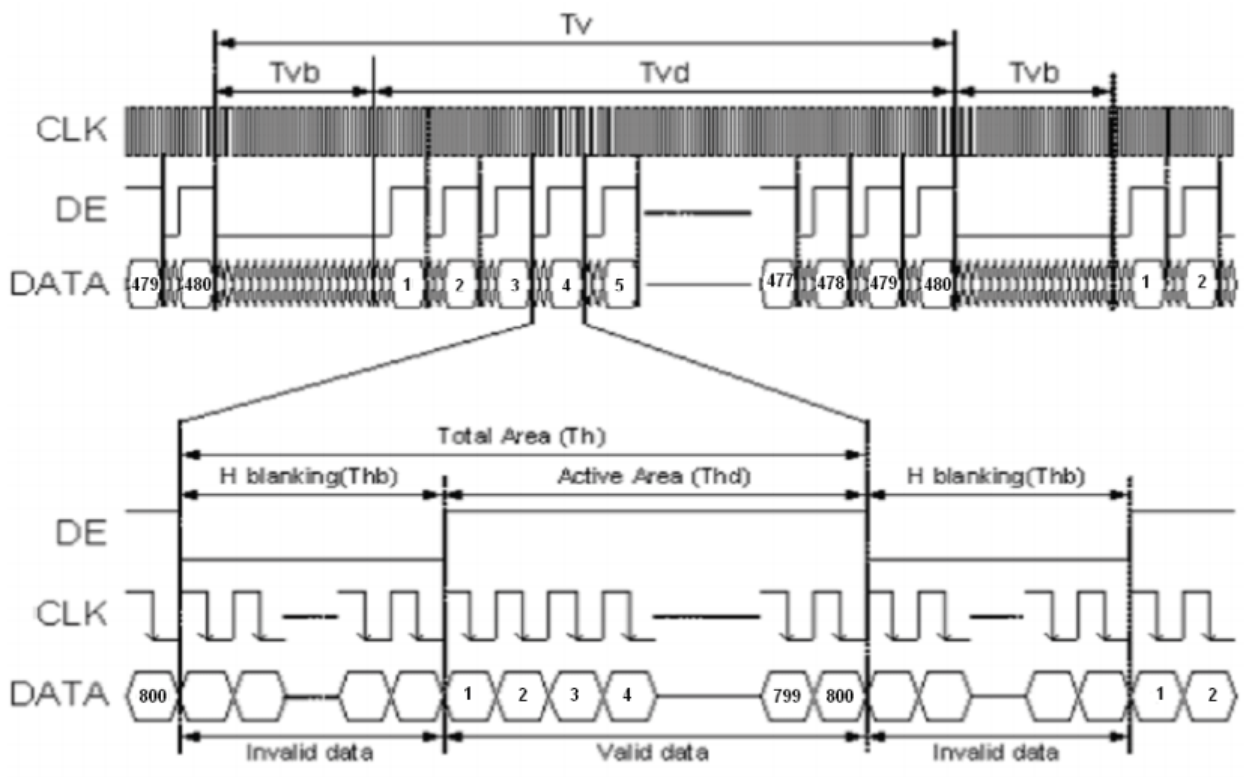
每一行的数据包括显示前沿(back porch)、有效数据(active viedo)、显示后沿(front porch)

其中的有效数据就是我们常说的分辨率，而显示前后沿的参数需要参考具体的分辨率与帧数进行设置，相关参数可以参考典型参数，链接在此： http://www.tinyvga.com/vga-timing

这块屏幕的控制时序略有不同，相关参数的设置可以查看 规格书

下面提供了 LCD 相关时序的截图

Parameter	Symbol	Value			Unit
		Min.	Typ.	Max.	
CLK frequency	fclk	26.4	33.3	46.8	MHz
DEV period time	Tv	510	525	650	H
DEV display area	Tvd		480		H
DEV blanking	Tvb	30	45	170	H
DEH period time	Th	862	1056	1200	CLK
DEH display area	Thd		800		CLK
DEH blanking	Thb	62	256	400	CLK
CLK cycle time	Tclk	21.3	30	37.8	ns



上面一张图是时序中的参数表，下面的图是时序图

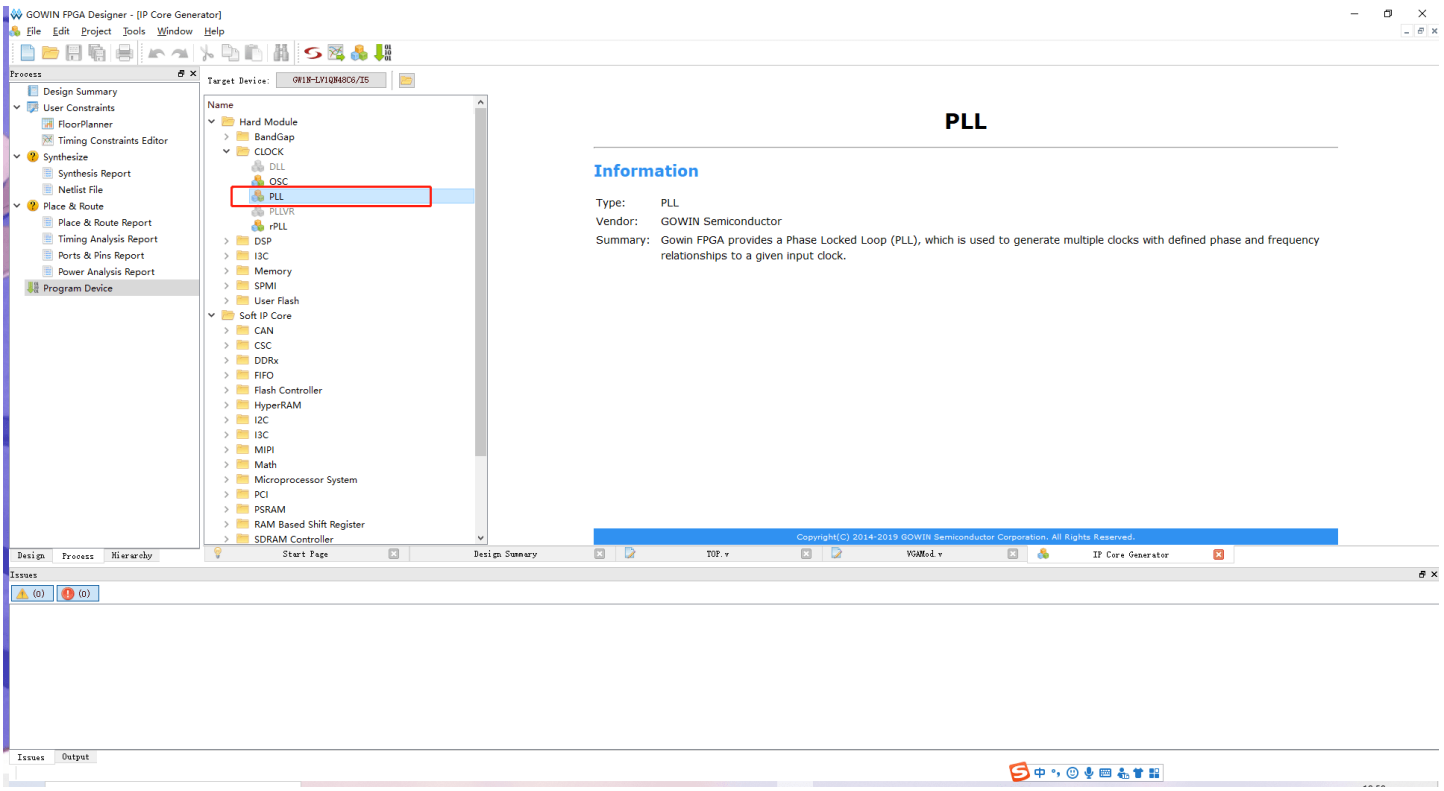
从时序图中看出，这块屏幕可以不用设置前后沿，可以只设置消影(blanking)时间，通过实际的程序证明，两种方式都是可以的

Verilog实现

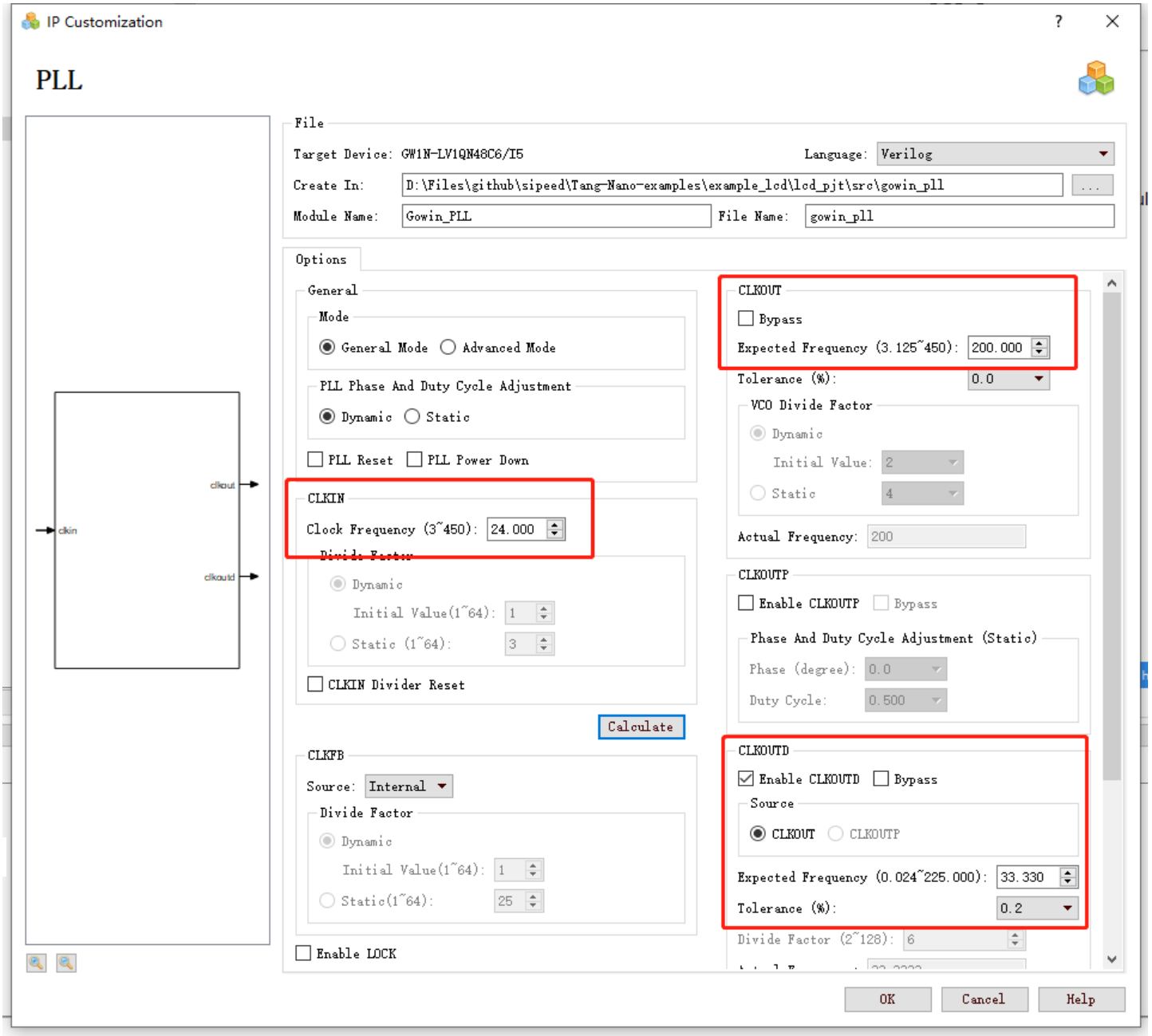
一、pll

板载的晶振时钟为 24MHz ，但是我们的屏幕要求 33.3MHZ 的时钟，所以我们需要使用 pll 产生我们需要的时钟

这里需要使用到 `IP Core Generate` ，位置在 Tools -> IP Core Generate



双击 PLL，在弹出窗口 language 选择 Verilog，CLKIN 为 24MHz，CLKOUT 为 200MHz，CLKOUTD 要选择 Enable，然后生成时钟为 33.33MHz，Tolerance 选择 0.2%



二、osc

系统的时钟可以使用外部时钟提供，也可以使用 OSC 生成的时钟

同样也是使用 `IP Core Generate`

找到 `OSC` 并双击打开进行分频的设置

在帮助页面可以知道，GW1N-1 系列的 fpga 的 OSC 是从 240MHz 进行分频的，所以要产生 24MHz 的时钟，只需要进行 10 的分频

三、lcd时序产生

```
localparam      V_BackPorch = 16'd6; //0 or 45
localparam      V_Pluse     = 16'd5;
localparam      HightPixel  = 16'd480;
localparam      V_FrontPorch= 16'd62; //45 or 0
```

```
5
6  localparam      H_BackPorch = 16'd182;    //NOTE: 高像素时钟时，增加这里的延迟，方便K210加入中断
7  localparam      H_Pluse    = 16'd1;
8  localparam      WidthPixel  = 16'd800;
9  localparam      H_FrontPorch= 16'd210;
10
11 localparam      PixelForHS  =   WidthPixel + H_BackPorch + H_FrontPorch;
12 localparam      LineForVS   =   HightPixel + V_BackPorch + V_FrontPorch;
```

首先是设置时序相关的参数：前沿、后沿、有效像素

关于显示前沿、后沿，前面也说了，可以合并为一个消影时间，就是可以把其中一个设置为0，另一个设置为消影时间。反正前后沿的时间加起来符合表中的时间要求就可以

```
1  always @(  posedge PixelClk or negedge nRST  )begin
2      if( !nRST ) begin
3          LineCount       <=  16'b0;
4          PixelCount      <=  16'b0;
5          end
6      else if(  PixelCount  ==  PixelForHS ) begin
7          PixelCount      <=  16'b0;
8          LineCount       <=  LineCount + 1'b1;
9          end
10     else if(  LineCount  == LineForVS  ) begin
11         LineCount       <=  16'b0;
12         PixelCount      <=  16'b0;
13         end
14 end
15
16 //注意这里HSYNC和VSYNC负极性
17 assign  LCD_HSYNC = (( PixelCount >= H_Pluse)&&( PixelCount <= (PixelForHS-H_FrontPorch))) ?
   1'b0 : 1'b1;
18 assign  LCD_VSYNC = ((( LineCount  >= V_Pluse )&&( LineCount  <= (LineForVS-0) )) ) ? 1'b0 :
   1'b1;
```

这段代码产生同步信号，需要注意的是，这块屏幕的同步信号是负极性使能

```
1  assign  LCD_DE = (  ( PixelCount >= H_BackPorch )&&
2                      ( PixelCount <= PixelForHS-H_FrontPorch ) &&
3                      ( LineCount >= V_BackPorch ) &&
4                      ( LineCount <= LineForVS-V_FrontPorch-1 ))  ? 1'b1 : 1'b0;
5                      //这里不减一，会抖动
```

这段代码设置 LCD 使能图像显示，这块屏幕需要控制一个管脚用作显示开关，实际这个信号就是传输图像有效的那 800*480 的数据时置 1

```
1  assign  LCD_R   =   (PixelCount<200)? 5'b00000 :
2                      (PixelCount<240 ? 5'b00001 :
3                      (PixelCount<280 ? 5'b00010 :
4                      (PixelCount<320 ? 5'b00100 :
5                      (PixelCount<360 ? 5'b01000 :
6                      (PixelCount<400 ? 5'b10000 :  5'b00000 ))))));
7
8  assign  LCD_G   =   (PixelCount<400)? 6'b000000 :
```

```
                    (PixelCount<440 ? 6'b000001 :
                    (PixelCount<480 ? 6'b000010 :
                    (PixelCount<520 ? 6'b000100 :
                    (PixelCount<560 ? 6'b001000 :
                    (PixelCount<600 ? 6'b010000 :
                    (PixelCount<640 ? 6'b100000 : 6'b000000 ))))));

assign  LCD_B   =   (PixelCount<640)? 5'b00000 :
                    (PixelCount<680 ? 5'b00001 :
                    (PixelCount<720 ? 5'b00010 :
                    (PixelCount<760 ? 5'b00100 :
                    (PixelCount<800 ? 5'b01000 :
                    (PixelCount<840 ? 5'b10000 :  5'b00000 )))));
```

这段代码用来产生 LCD 的测试数据，产生彩条显示

```
VGAMod  D1
(
    .CLK        (   CLK_SYS     ),
    .nRST       (   nRST        ),

    .PixelClk   (   CLK_PIX     ),
    .LCD_DE         (   LCD_DEN     ),
    .LCD_HSYNC  (   LCD_HYNC    ),
    .LCD_VSYNC  (   LCD_SYNC    ),

    .LCD_B      (   LCD_B       ),
    .LCD_G      (   LCD_G       ),
    .LCD_R      (   LCD_R       )
);
```

最后就是在 TOP 中进行实例化

整个工程可以在 这里 下载