

## 输出接口

对于屏幕上的像素 (x, y), 左上角为 (0, 0), 右下角 (1080 - 1, 1920 - 1)

$\text{index} = x * 1920 + y;$

每个像素使用 4 bits 存储 0 ~ 15 (白 ~ 黑, 此处 0 表示白色), 输出时将其等距映射为 0 ~ 255 的灰度 (即 RGB 各个分量相同, 注意 255 是白色, 0 是黑色)

由于原图背景其实并不是纯白, 可以把白色的 RGB 输出时特殊判断一下, 输出一个护眼的颜色

bram 地址空间 [18:0], 每个地址存储四个 index 连续的 pixels, 共 16 bits

[3:0] [7:4] [11:8] [15:12] 分别为组内第 0, 1, 2, 3 个 pixels

bram 时序非常好, 在某时钟上升沿之后设置 addr ([18:0]), 在下一个时钟上升沿就能读到数据 data ([15:0])

```
bram_of_1080p_graph m_graph_memory (
    ...

    // 输出读取接口
    .clkb(clk_b), // VGA 输出时钟
    .addrb(graph_memory_b_addr), // 读取地址 [18:0]
    .doutb(graph_memory_b_data) // 读取数据 [15:0]
);
```