

## 输出接口

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

第 0 个 bram 存储 index 在 0 ~ 1048575 之间的像素

第 1 个 bram 储存 index 在 1048576 ~ 1920 \* 1080 - 1 之间的像素

bram 时序非常好, 在某时钟上升沿之后设置 addr ([19:0]), 在下一个时钟上升沿就能读到数据 data ([3:0])

```
// bram0: 0 ~ 1048575 pixels (4 bits each pixel)
// bram1: 1048576 ~ 2097152 (1920 * 1080 = 2073600)
generate
    for (i = 0; i < 2; i = i + 1) begin
        bram_of_1080p_graph graph_memory_i (
            ...

            // 输出读取接口
            .clkb(clk_b), // VGA 输出时钟
            .addrb(graph_memory_b_addr[i]), // 读取地址 [19:0]
            .doutb(graph_memory_b_data[i]) // 读取数据 [3:0]
        );
    end
endgenerate
```