

Rockchip LVDS接口开发指南

文件标识: RK-KF-YF-495

发布版本: V1.2.0

日期: 2024-7-19

文件密级: 绝密 秘密 内部资料 公开

免责声明

本文档按“现状”提供, 瑞芯微电子股份有限公司(“本公司”, 下同)不对本文档的任何陈述、信息和内容的准确性、可靠性、完整性、适销性、特定目的性和非侵权性提供任何明示或暗示的声明或保证。本文档仅作为使用指导的参考。

由于产品版本升级或其他原因, 本文档将可能在未经任何通知的情况下, 不定期进行更新或修改。

商标声明

“Rockchip”、“瑞芯微”、“瑞芯”均为本公司的注册商标, 归本公司所有。

本文档可能提及的其他所有注册商标或商标, 由其各自所有者所有。

版权所有 © 2024 瑞芯微电子股份有限公司

超越合理使用范畴, 非经本公司书面许可, 任何单位和个人不得擅自摘抄、复制本文档内容的部分或全部, 并不得以任何形式传播。

瑞芯微电子股份有限公司

Rockchip Electronics Co., Ltd.

地址: 福建省福州市铜盘路软件园A区18号

网址: www.rock-chips.com

客户服务电话: +86-4007-700-590

客户服务传真: +86-591-83951833

客户服务邮箱: fae@rock-chips.com

前言

本文主要介绍Rockchip平台LVDS显示接口的各种配置以及调试验证方法。

产品版本

芯片名称	内核版本
RK3126	Linux 4.4
RK3128	Linux 4.4
RK3288	Linux 4.4
RK3326 / PX30	Linux 4.19 及以后版本
RK3368	Linux 4.19 及以后版本
RK356X	Linux 4.19 及以后版本

读者对象

本文档（本指南）主要适用于以下工程师：

技术支持工程师

软件开发工程师

修订记录

版本号	作者	修改日期	修改说明
V1.0.0	陈潮毅	2023-11-16	初始版本
V1.1.0	陈潮毅	2023-12-25	补充 LVDS 使用案例、增加图示
V1.2.0	陈潮毅	2024-7-19	补充 LVDS 电气特性以及 RK356X 的共模/差模电压配置

目录

Rockchip LVDS接口开发指南

1. 基础概念
2. 电气特性
3. 平台支持情况
4. 应用场景梗概
5. 不同场景的 LVDS 配置示例
 - 5.1 单通道 LVDS 配置
 - 5.2 Dual LVDS (双通道 LVDS) 配置
 - 5.3 适用于 RK3288 的 Dual LVDS (双通道 LVDS) 配置
 - 5.4 两个 VP 分别接一个独立的单通道 LVDS 屏幕配置
 - 5.5 一个 VP 接两个单通道 LVDS 屏配置
 - 5.6 一个 VP 接两个单通道 LVDS 屏配置 (Connector Mirror)
6. LVDS 调试方法
7. 常见问题
 - 7.1 LVDS1 通道无输出
 - 7.2 使用 Dual LVDS 输出的内容模糊/有锯齿感
 - 7.3 屏幕黑屏/白屏
 - 7.4 修改 LVDS 共模/差模电压

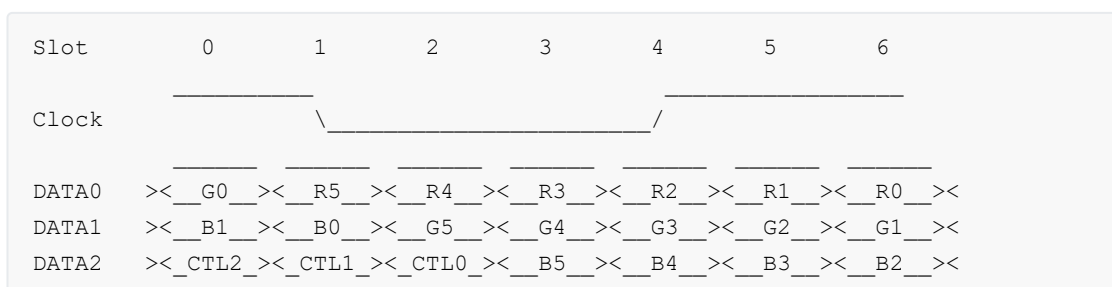
1. 基础概念

LVDS (Low Voltage Differential Signaling) 是一种低电压差分信号传输技术，用于在高速串行数据通信中传输信号。它广泛应用于显示、图像传输和数据通信等领域。

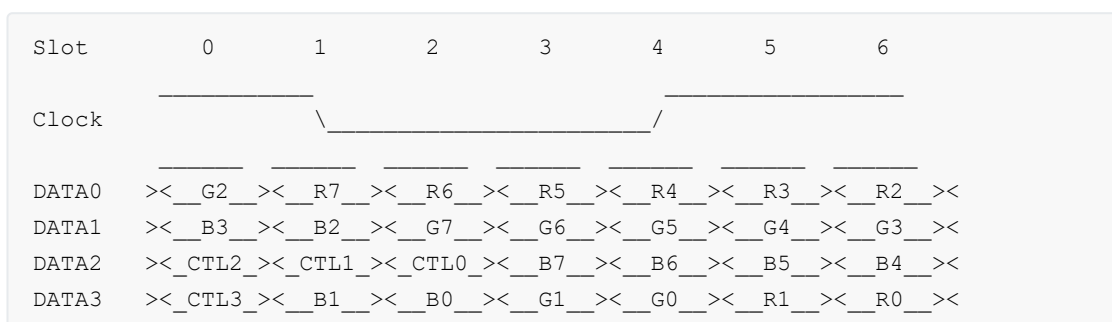
LVDS 是一种物理层信号传输技术，定义了电气特性和接口标准。VESA 和 JEIDA 组织则规定了 LVDS 在数据链路上的传输方式。根据传输数据量的不同以及传输顺序，又可以分为 JEIDA-18, JEIDA-24, VESA-24 等。

对于 LVDS，一个时钟周期可以传输7bit的数据。下面简要介绍各种常见的 LVDS 格式的时序。

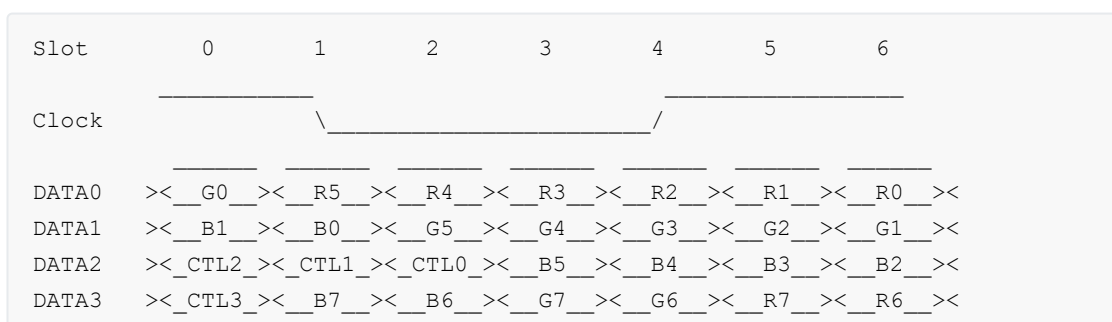
1. JEIDA-18



2. JEIDA-24



3. VESA-24

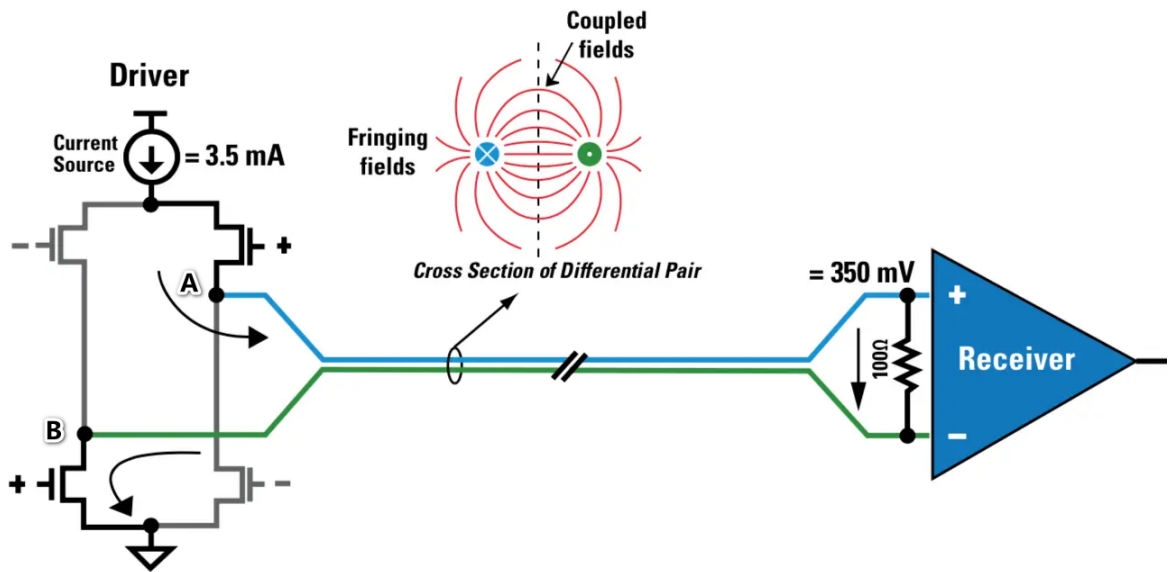


其中, CTL2 为 DE 使能信号, CTL1 为 VSYNC 场同步信号, CTL0 为 HSYNC 行同步信号。CTL3 作为预留的额外用途信号, 一般情况下可以忽略。

在 DTS 的 panel 节点中, 可以通过 bus-format 属性来指定采用的 LVDS 格式, 其对应关系如下:

- MEDIA_BUS_FMT_RGB666_1X7X3_SPWG: jeida-18
- MEDIA_BUS_FMT_RGB888_1X7X4_JEIDA: jeida-24
- MEDIA_BUS_FMT_RGB888_1X7X4_SPWG: vesa-24

2. 电气特性



LVDS 驱动器的典型实现电路如上图所示，本质上是一个由恒流源驱动的分差放大电路。

首先考虑直流输出特性，对于理想差分放大电路，共模电压 V_{cm} 可以表述为以下形式：

$$V_{cm} = \frac{U_a + U_b}{2}$$

其中， U_a 为图中 A 的直流对地电压， U_b 为图中 B 的直流对地电压。

对于理想差分放大电路，认为 $U_a = U_b$ ，即接收端的 100 Ω 电阻两端无压差，呈现出隔直流的特性。

再考虑交流输出特性，在 AB 两端产生的交流小信号 u_{ab} 在接收端的 100 Ω 电阻两侧产生压降，呈现出通交流的特性。

一个常见的需求是调整 LVDS 的驱动强度，以增强驱动强度为例，可以有多种实现方式，例如增大恒流源的电流，增加负载电阻等。

以上的分析均是从电路分析的角度出发，在实际的应用中，有些 LVDS PHY 提供了额外的配置完成这些操作。例如，可以通过增大差分电压 u_{ab} 以提高 LVDS 的驱动强度（压差越高，电流越大）。

在实际应用中，还需要考虑传输线带来的影响。优化差分线上的电容和电阻（使其变小），也可以在一定程度上增强 LVDS 的驱动强度。

3. 平台支持情况

平台	支持LVDS0	支持LVDS1
RK3568	√	√
RK3567	√	√
RK3566	√	×
RK3562	√	×
RK3368	√	×
RK3326 / PX30	√	×
RK3288	√	√
RK3128	√	×
RK3126	√	×

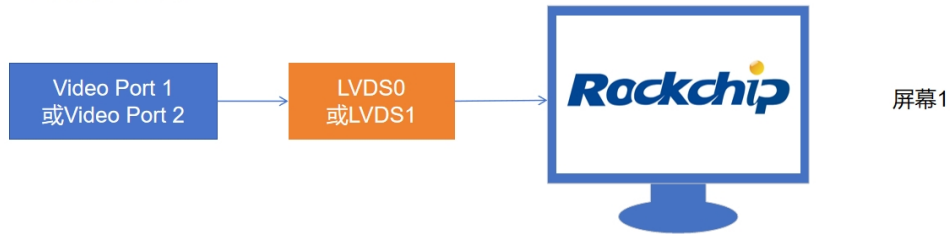
4. 应用场景梗概

根据使用场景的不同，LVDS 的用法可以归纳为下表：

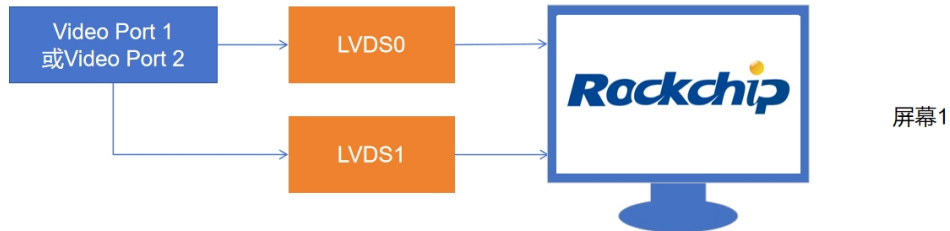
编号	屏幕数量	LVDS 接口连接情况	Video Port 输出分配情况	最高分辨率	描述	参考配置
1	1 个屏幕	LVDS0 或 LVDS1	VP1 -> LVDS0/1 或 VP2 -> LVDS0/1	1280x800	单通道 LVDS 屏	rk3567-evb2-1p4x-v10-single-channel-lvds.dts 和 rk3568-evb1-ddr4-v10-single-channel-lvds.dts
2	1 个屏幕	LVDS0 与 LVDS1	VP1 -> LVDS0, VP1-> LVDS1 或 VP2 -> LVDS0, VP2-> LVDS1	1920x1080	Dual LVDS, 双通道 LVDS	rk3567-evb2-1p4x-v10-dual-channel-lvds.dts
3	2 个屏幕	LVDS0 与 LVDS1	VP1 -> LVDS0, VP2 -> LVDS0 或 VP2 -> LVDS0, VP1 -> LVDS1	每个屏幕为 1280x800	两个 VP 分别接一个单通道 LVDS 屏	rk3567-evb2-1p4x-v10-two-vp-two-separate-single-channel-lvds.dts 和 rk3568-evb1-ddr4-v10-two-vp-two-separate-single-channel-lvds.dts
4	2 个屏幕	LVDS0 与 LVDS1	VP1 -> LVDS0, VP1-> LVDS0 或 VP2 -> LVDS0, VP2-> LVDS0	每个屏幕为 1280x800	一个 VP 接两个单通道 LVDS 屏，每个屏幕显示 VP 中的半边内容	rk3567-evb2-1p4x-v10-one-vp-two-single-channel-lvds.dts 和 rk3568-evb1-ddr4-v10-one-vp-two-single-channel-lvds.dts
5	2 个屏幕	LVDS0 与 LVDS1	VP1 -> LVDS0, VP1-> LVDS1 或 VP2 -> LVDS0, VP2-> LVDS1	每个屏幕为 1280x800	一个 VP 接两个单通道 LVDS 屏，每个屏幕显示完全相同的内容 (connector mirror)	见本文中的相关章节

这 5 种场景的实际效果如下图所示:

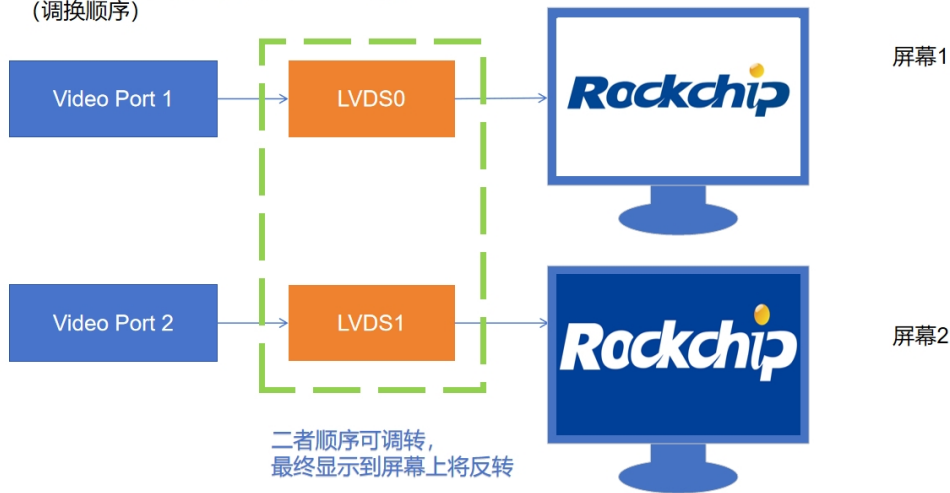
1. 单通道LVDS屏



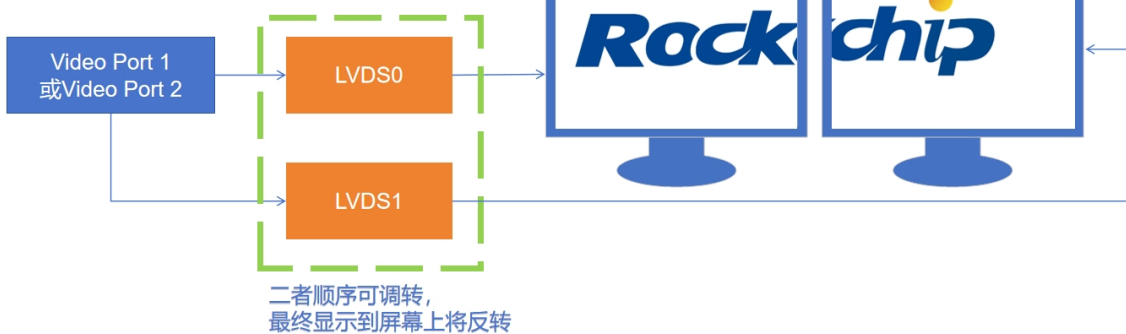
2. Dual LVDS (双通道LVDS)



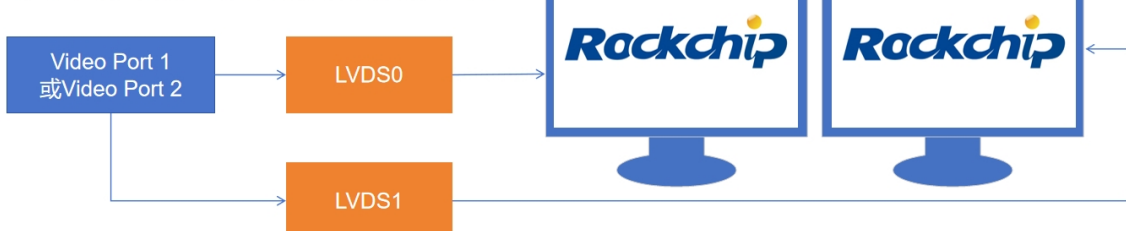
3. 两个 VP 分别接一个单通道 LVDS 屏幕 (调换顺序)



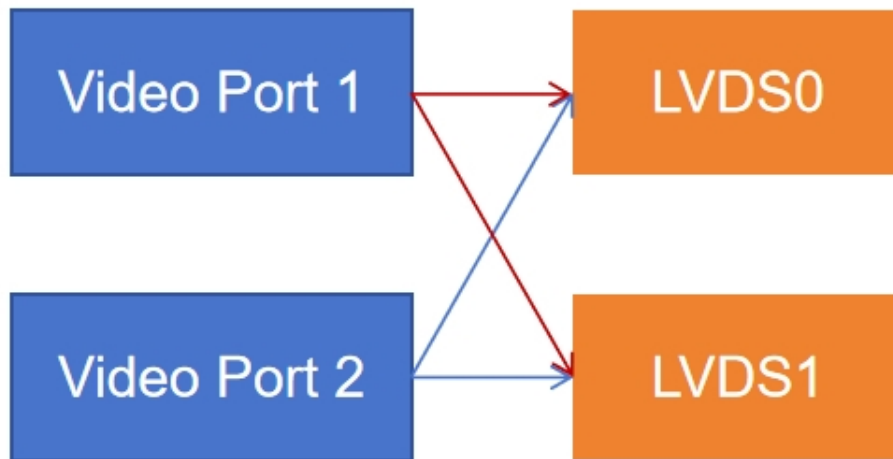
4. 一个 VP 接两个单通道 LVDS 屏, 每个屏幕显示 VP 中的半边内容



5. 一个 VP 接两个单通道 LVDS 屏, 每个屏幕显示完全相同的内容 (Connector Mirror)



对于 RK356X，Video Port 和 LVDS 的分配关系如下图所示：



5. 不同场景的 LVDS 配置示例

在本章节中，将介绍不同 LVDS 的配置示例。尽管 LVDS 的输出具有多种组合，但实际上只需考虑以下两点：

- 是否是双通道 LVDS，即 Dual LVDS。
- 实际的 LVDS 对应哪个 VP。

对于 Dual LVDS，需要启用两个 LVDS 节点，并在 LVDS0 节点中添加 `dual-channel` 属性，以表明使用的是 Dual LVDS。

```
&lvds0 {
    status = "okay";
    dual-channel;
};
```

此外，需要确认 LVDS 对应的是哪个 VP。对于 Dual LVDS，LVDS0 与 LVDS1 均使用 VP1 或者均使用 VP2 作为输出。其余情况则视具体场景进行配置：

```
/*
 * 例1：两个 VP 分别接一个单通道 LVDS 屏
 * VP1 -> LVDS0, VP2 -> LVDS1
 */
&lvds0_in_vp1 {
    status = "okay";
};

&lvds1_in_vp2 {
    status = "okay";
};

/*
 * 例2：两个 VP 分别接一个单通道 LVDS 屏（顺序相反）
 * VP2 -> LVDS0, VP1 -> LVDS1
 */
```

```
*/
&lvds0_in_vp2 {
    status = "okay";
};

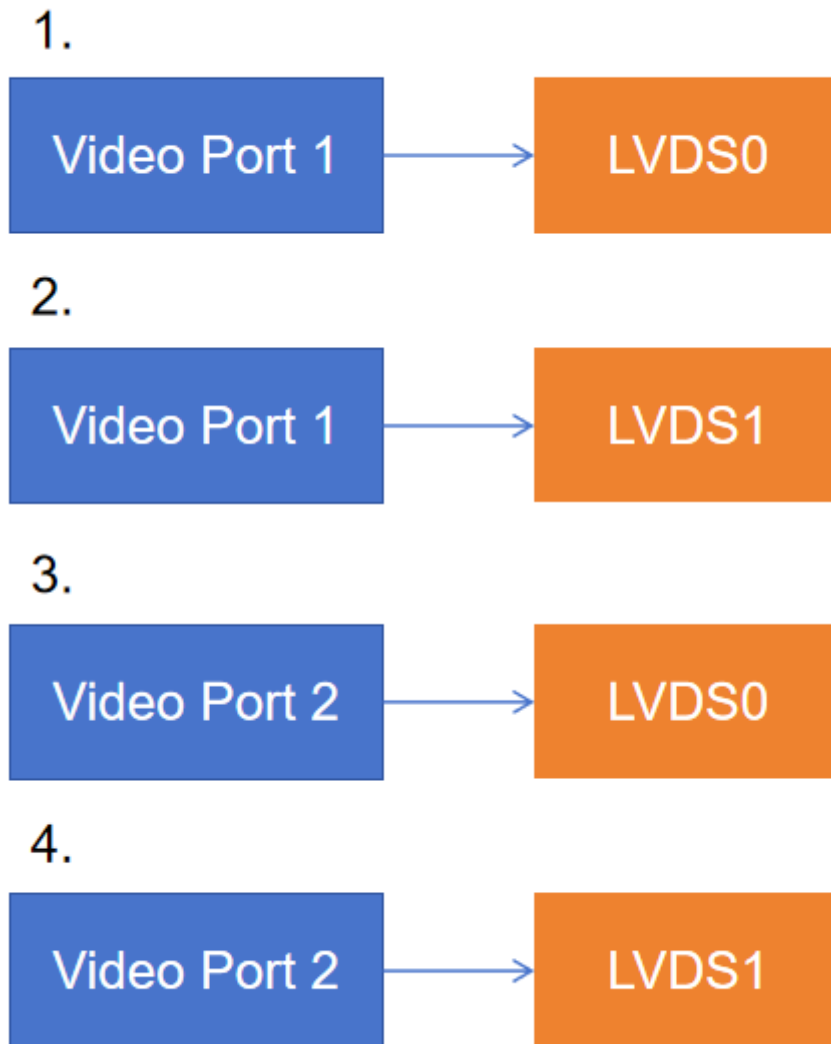
&lvds1_in_vp1 {
    status = "okay";
};
```

5.1 单通道 LVDS 配置

在配置单通道 LVDS 时，需要确认以下参数：

- 屏幕的时序、输出格式、相应的 Enable 引脚以及 PWM 背光引脚
- 从 LVDS0 还是 LVDS1 上输出
- 从 VP1 还是 VP2 输出到 LVDS

对于单通道 LVDS，在 RK356X 上，LVDS 与 VP 具有 4 种分配关系，如下图所示：



下面以 VP1 输出 LVDS0 为例，简要介绍 DTS 的配置过程：

1. 设置 panel 节点，配置屏幕时序、输出格式、Enable 及背光引脚，并将 panel 与 LVDS 节点关联起来：

```

panel {
    compatible = "simple-panel";
    backlight = <&backlight>;
    power-supply = <&vcc3v3_lcd0_n>;
    enable-delay-ms = <20>;
    prepare-delay-ms = <20>;
    unprepare-delay-ms = <20>;
    disable-delay-ms = <20>;
    bus-format = <MEDIA_BUS_FMT_RGB666_1X7X3_SPWG>;
    width-mm = <217>;
    height-mm = <136>;

    display-timings {
        native-mode = <&timing0>;
        timing0: timing0 {
            clock-frequency = <67000000>;
            hactive = <800>;
            vactive = <1280>;
            hback-porch = <60>;
            hfront-porch = <60>;
            vback-porch = <4>;
            vfront-porch = <2>;
            hsync-len = <8>;
            vsync-len = <8>;
            hsync-active = <0>;
            vsync-active = <0>;
            de-active = <0>;
            pixelclk-active = <0>;
        };
    };
};

ports {
    #address-cells = <1>;
    #size-cells = <0>;
    port@0 {
        reg = <0>;
        panel_in_lvds0: endpoint {
            remote-endpoint = <&lvds0_out_panel>;
        };
    };
};
};

```

2. 启用对应的 LVDS 节点，并与 **panel** 节点关联起来：

```

&lvds0 {
    status = "okay";
    ports {
        port@1 {
            reg = <1>;
            lvds0_out_panel: endpoint {
                remote-endpoint = <&panel_in_lvds0>;
            };
        };
    };
};
};

```

3. 指定 LVDS 在哪个 VP 上进行输出:

```
&lvds0_in_vp1 {
    status = "okay";
};
```

5.2 Dual LVDS (双通道 LVDS) 配置

本小节的配置适用于 RK356X。

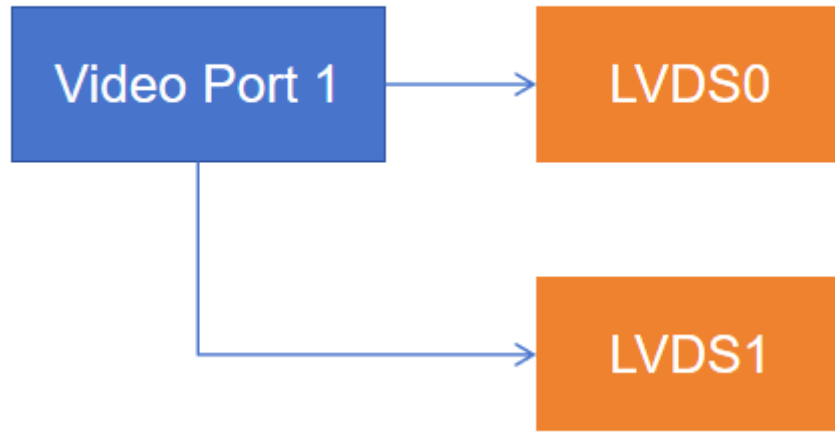
1. 在 LVDS0 节点 `lvds` 中添加 `dual-channel` 属性，以表明使用的是 Dual LVDS。

```
&lvds0 {
    status = "okay";
    dual-channel;

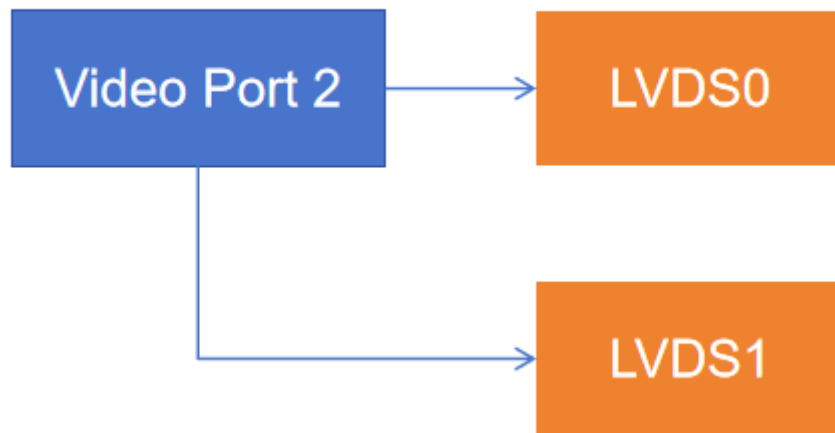
    ports {
        port@1 {
            reg = <1>;
            lvds0_out_panel: endpoint {
                remote-endpoint = <&panel_in_lvds0>;
            };
        };
    };
};
```

2. 指定 Video Port 的分配方式，对于 RK356X 上的 Dual LVDS，可以选择均在 VP1 或者 VP2 上进行输出。下图展示了所有可能的分配方式。

1.



2.



下面的例子展示了均使用 VP1 进行输出，即图中的方式 1：

```
&lvds0_in_vp1 {  
    status = "okay";  
};  
  
&lvds1_in_vp1 {  
    status = "okay";  
};  
  
&lvds1_in_vp2 {  
    status = "disabled";  
};
```

3. 指定 LVDS 通道的输出顺序：

```
panel {  
    /* ... 相关屏幕参数在这里填入  
    */  
  
    ports {  
        #address-cells = <1>;  
        #size-cells = <0>;  
        port@0 {  
            reg = <0>;  
            dual-lvds-odd-pixels; /* 输出奇像素 */  
        }  
    }  
}
```

```

        panel_in_lvds0: endpoint {
            remote-endpoint = <&lvds0_out_panel>;
        };
    };
    port@1 {
        reg = <1>;
        dual-lvds-even-pixels; /* 输出偶像素 */
        panel_in_lvds1: endpoint {
            remote-endpoint = <&lvds1_out_panel>;
        };
    };
};
};
};

```

在这个示例中，LVDS0 输出 `dual-lvds-odd-pixels`，即奇像素；LVDS1 输出 `dual-lvds-even-pixels`，即偶像素。实际中可以按需调换二者的顺序。

5.3 适用于 RK3288 的 Dual LVDS (双通道 LVDS) 配置

本小节适用于 RK3288。

1. 在 LVDS 节点 `lvds` 中添加 `dual-channel` 属性，以表明使用的是 Dual LVDS。

```

&lvds {
    status = "okay";
    dual-channel;

    ports {
        port@1 {
            reg = <1>;
            lvds0_out_panel: endpoint {
                remote-endpoint = <&panel_in_lvds0>;
            };
        };
    };
};
};

```

2. 指定 LVDS 在哪个 VOP 上进行输出，可以是 `vopb` 或者 `vopl`。

```

/* 在 vopb 上输出 */
&lvds_in_vopb {
    status = "okay";
};

/* 或者，在 vopl 上输出 */
&lvds_in_vopl {
    status = "okay";
}

```

3. 指定 LVDS 通道的输出顺序。对于 RK3288，可以在 `lvds` 节点中添加 `rockchip,data-swap` 属性，以交换输出顺序：

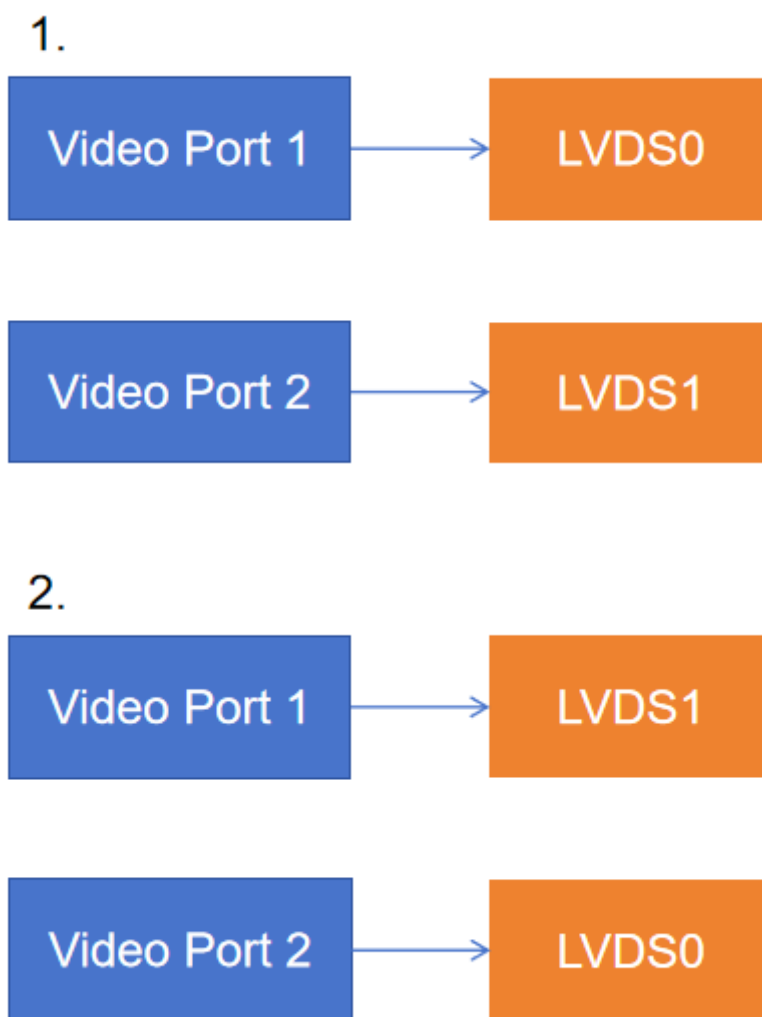
```
&lvds {
    rockchip,data-swap;
};
```

5.4 两个 VP 分别接一个独立的单通道 LVDS 屏幕配置

在这种情况下，只需按照单通道 LVDS 的配置，分别配置每一个单通道的 LVDS 即可。

对于这种情况，不要设置 `dual-channel` 属性，否则将被识别为 Dual LVDS

在实际使用中，需要指定好 Video Port 的分配方式。一共有 2 种可能的分配方式，如下图所示：



下面的 DTS 示例分别对应图中的方式 1 与 方式 2：

```
/*
 * VP1 -> LVDS0, VP2 -> LVDS1
 */
&lvds0_in_vp1 {
    status = "okay";
};

&lvds1_in_vp2 {
    status = "okay";
};
```

```

/*
 * 或者, VP2 -> LVDS0, VP1 -> LVDS1
 */
&lvds0_in_vp2 {
    status = "okay";
};

&lvds1_in_vp1 {
    status = "okay";
};

```

5.5 一个 VP 接两个单通道 LVDS 屏配置

在这种场景下，一个 VP 接两个单通道 LVDS 屏，每个屏幕显示 VP 中的半边内容。

值得注意的是，在这种情况下，目前将其实现为 **Dual LVDS** 的扩展。因此其配置方式与 Dual LVDS 类似：

1. 在 LVDS0 节点 `lvds` 中添加 `dual-channel` 属性。

```

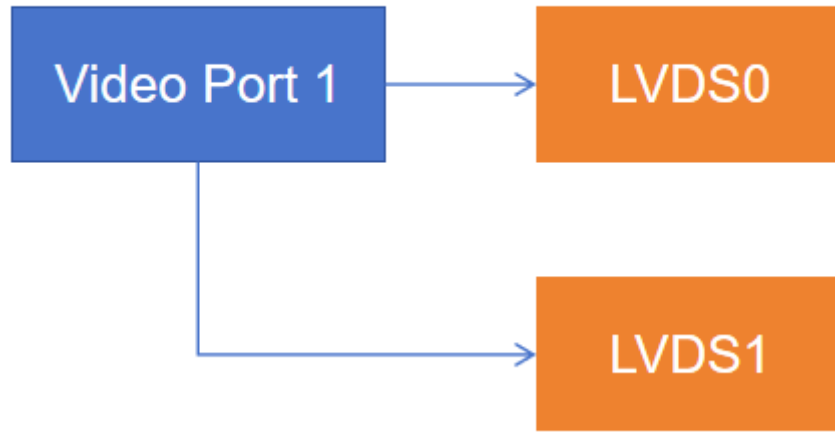
&lvds0 {
    status = "okay";
    dual-channel;

    ports {
        port@1 {
            reg = <1>;
            lvds0_out_panel: endpoint {
                remote-endpoint = <&panel_in_lvds0>;
            };
        };
    };
};

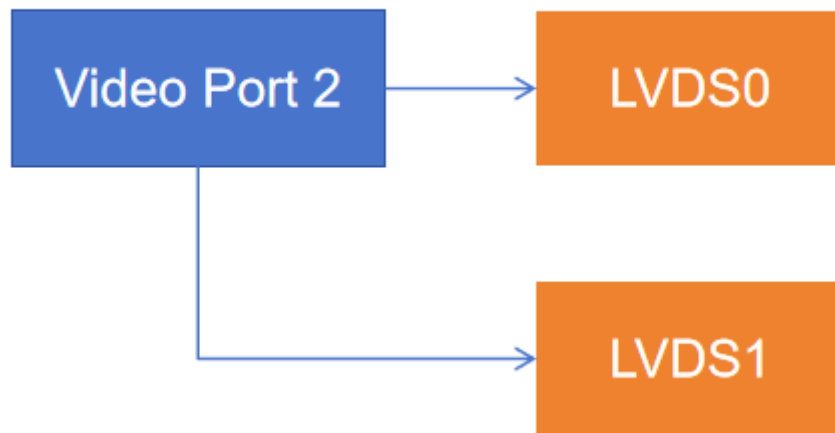
```

2. 指定 Video Port 的分配方式。对于 RK356X 上一个 VP 接两个单通道 LVDS 屏的场景，可以选择均在 VP1 或者 VP2 上进行输出。其可能的分配方式如下图所示。

1.



2.



下面的例子展示了均使用 VP1 进行输出，即图中的方式 1：

```
&lvds0_in_vp1 {
    status = "okay";
};

&lvds1_in_vp1 {
    status = "okay";
};

&lvds1_in_vp2 {
    status = "disabled";
};
```

3. 指定 LVDS 通道的输出顺序：

```
panel {
    /* ... 相关屏幕参数在这里填入 */
    ports {
        #address-cells = <1>;
        #size-cells = <0>;
        port@0 {
            reg = <0>;
            dual-lvds-left-pixels; /* 输出左半边内容 */
        }
    }
}
```

```

        panel_in_lvds0: endpoint {
            remote-endpoint = <&lvds0_out_panel>;
        };
    };
    port@1 {
        reg = <1>;
        dual-lvds-right-pixels; /* 输出右半边内容 */
        panel_in_lvds1: endpoint {
            remote-endpoint = <&lvds1_out_panel>;
        };
    };
};
};
};

```

在当前的实现中，我们额外定义了 `dual-lvds-left-pixels` 和 `dual-lvds-right-pixels` 属性用以区分输出顺序。在实际使用中可以按需更改。

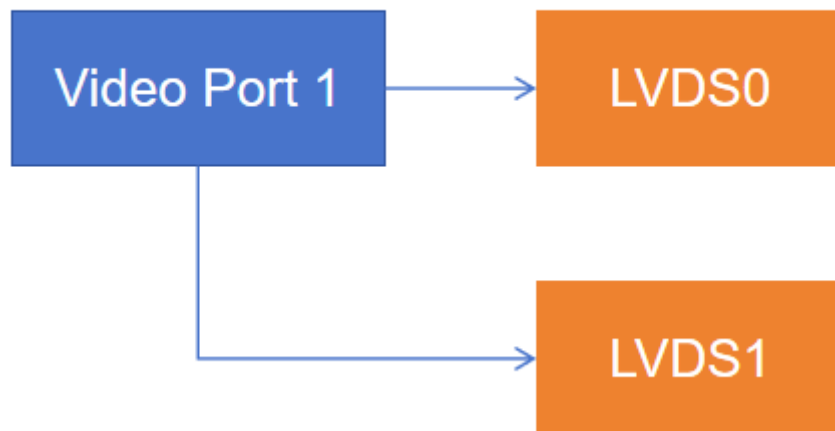
5.6 一个 VP 接两个单通道 LVDS 屏配置 (Connector Mirror)

在这种场景下，一个 VP 接两个单通道 LVDS 屏，每个屏幕的时序参数相同，并显示完全相同的内容。

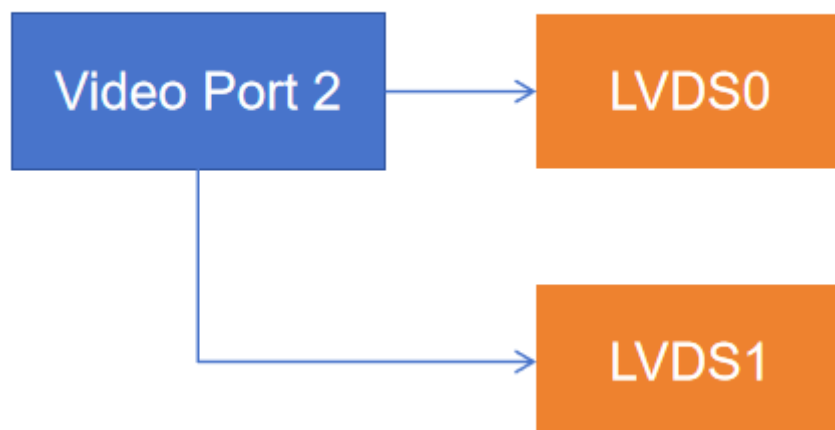
对于每个屏幕时序的配置，可以参照单通道 LVDS 进行配置。

在 Video Port 与 LVDS 的分配方式上，可以指定均从 VP1 或均从 VP2 进行输出：

1.



2.



```
/* 均使用 VP1 进行输出 */
&lvds0_in_vp1 {
    status = "okay";
};

&lvds1_in_vp1 {
    status = "okay";
};

/* 或者, 均使用 VP2 进行输出 */
&lvds0_in_vp2 {
    status = "okay";
};

&lvds1_in_vp2 {
    status = "okay";
};
```

6. LVDS 调试方法

借助 VOP 的 summary 节点，可以查看当前的 LVDS Connector 信息：

```
cat /sys/kernel/debug/dri/0/summary
```

当启用了 Dual LVDS，且驱动已经成功加载时，将显示名为 LVDS-DUAL 的 Connector 节点：

```
root@rk3568-buildroot:/sys/kernel/debug/dri/0# cat summary
Video Port0: DISABLED
Video Port1: ACTIVE
Connector: LVDS-DUAL
  bus_format[1010]: RGB666_1X7X3_SPWG
  overlay_mode[0] output_mode[0] color_space[0], eof:0
Display mode: 1920x1080p67
  clk[148500] real_clk[148500] type[48] flag[a]
  H: 1920 1980 1988 2048
  V: 1080 1082 1084 1088
Smart1-win0: ACTIVE
  win_id: 1
  format: XR24 little-endian (0x34325258) SDR[0] color_space[0] glb_alpha[0xff]
  rotate: xmirror: 0 ymirror: 0 rotate_90: 0 rotate_270: 0
  csc: y2r[0] r2y[0] csc mode[0]
  zpos: 1
  src: pos[0, 0] rect[1920 x 1080]
  dst: pos[0, 0] rect[1920 x 1080]
  buf[0]: addr: 0x000000007ef8a000 pitch: 7680 offset: 0
Video Port2: DISABLED
```

注意，对于一个VP接两个单通道LVDS屏，每个屏幕显示VP中的半边内容的场景，同样将显示为LVDS-DUAL。

当使用了两个单通道的LVDS屏幕时，可以看到不同的LVDS Connector节点：

```
Video Port0: DISABLED
Video Port1: ACTIVE
Connector: LVDS-2
  bus_format[1010]: RGB666_1X7X3_SPWG
  overlay_mode[0] output_mode[0] color_space[0], eof:0
Display mode: 800x1280p56
  clk[67000] real_clk[67000] type[48] flag[a]
  H: 800 860 868 928
  V: 1280 1282 1290 1294
Cluster1-win0: ACTIVE
  win_id: 6
  format: AB24 little-endian (0x34324241)[AFBC] SDR[0] color_space[0] glb_alpha[0xff]
  rotate: xmirror: 0 ymirror: 0 rotate_90: 0 rotate_270: 0
  csc: y2r[0] r2y[0] csc mode[0]
  zpos: 0
  src: pos[0, 0] rect[800 x 1280]
  dst: pos[0, 0] rect[800 x 1280]
  buf[0]: addr: 0x000000007f350000 pitch: 3200 offset: 0
Video Port2: ACTIVE
Connector: LVDS-1
  bus_format[1010]: RGB666_1X7X3_SPWG
  overlay_mode[0] output_mode[0] color_space[0], eof:0
Display mode: 800x1280p56
  clk[67000] real_clk[66667] type[48] flag[a]
  H: 800 860 868 928
  V: 1280 1282 1290 1294
Esmart1-win0: ACTIVE
  win_id: 2
  format: AB24 little-endian (0x34324241) SDR[0] color_space[0] glb_alpha[0xff]
  rotate: xmirror: 0 ymirror: 0 rotate_90: 0 rotate_270: 0
  csc: y2r[0] r2y[0] csc mode[0]
  zpos: 0
  src: pos[0, 0] rect[800 x 1280]
  dst: pos[0, 0] rect[800 x 1280]
  buf[0]: addr: 0x000000007e788000 pitch: 3200 offset: 0
```

此时，LVDS Connector 分配到哪个VP下取决于具体的配置。

7. 常见问题

7.1 LVDS1 通道无输出

首先检查 VOP summary 的输出信息，确保 LVDS1 已正确启用。若仍然无输出，尝试更新 Loader。

7.2 使用 Dual LVDS 输出的内容模糊/有锯齿感

可能是 LVDS0 和 LVDS1 输出接反了，可以尝试在 DTS 配置中调换 `dual-lvds-odd-pixels` 和 `dual-lvds-even-pixels` 属性的位置。

7.3 屏幕黑屏/白屏

检查硬件连接，检查背光引脚和 Enable 引脚的输出是否正确。

7.4 修改 LVDS 共模/差模电压

对于 RK356X，修改 PHY 对应的 DTS 属性：

其中，`inno,lvds-vcom` 为共模电压，`inno,lvds-vod` 为差模电压。

RK356X 的共模电压一共有如下几种：

- 1000 mV
- 950 mV（默认值）
- 900 mV
- 850 mV

RK356X 的差模电压一共有如下几种：

- 400 mV
- 350 mV（默认值）
- 300 mV
- 250 mV

```
&video_phy0 {
    inno,lvds-vcom = <1000>; /* 1000mV */
    inno,lvds-vod = <400>; /* 400mV */
};
```